

CONSTRUCTION DURABLE : DE LA THÉORIE À LA PRATIQUE

2007

Un rapport produit par **UTOPIES**© dans le cadre de l'initiative « Entreprises & Construction Durable ».

CONSTRUCTION DURABLE : DE LA THÉORIE À LA PRATIQUE

Ces fiches ont été réalisées dans le cadre de la deuxième année de l'initiative « Entreprises & Construction Durable », initiative mise en place début 2004 par le cabinet Utopies, spécialisé sur les stratégies de développement durable, pour faire progresser la connaissance et les pratiques de différents acteurs du secteur de la construction.

Ce recueil de fiches pratiques, intitulé « Construction durable : de la théorie à la pratique », a plus précisément pour objectif d'aider, de manière concrète et autant que possible étayée d'exemples inspirants, les maîtres d'ouvrage et acteurs de la construction à réaliser leur projet de construction durable : connaître les enjeux-clefs et les textes de référence, identifier les pistes de solutions existantes, s'inspirer des meilleurs exemples de projets de construction, etc.

Il s'inscrit dans la continuité du rapport paru en 2005 « la Construction Durable : une stratégie d'entreprise » (téléchargeable gratuitement sur le site Internet de l'initiative www.constructiondurable.com).

L 'équipe d'Utopies en charge de ce rapport* remercie les onze entreprises-membres dont l'engagement et le soutien financier ont permis de poursuivre les travaux de recherche et de sensibilisation sur les thématiques de construction durable : Accor, Aéroports de Paris, Batigère, BNP Paribas, Bouygues Construction, Foyers de Seine et Marne, Gaz de France, Pierre & Vacances, Proxiserve, Schneider Electric, SNCF.

Tous nos remerciements également à Laurent Marc Fischer (Architecture Studio) et Thomas Reith (Ecocités) pour l'aide apportée sur la rédaction des fiches.

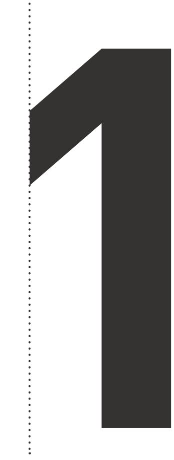
Ce rapport est l'œuvre d'Utopies, réalisée sur la base de la recherche menée entre septembre 2005 et juillet 2006 et des informations échangées entre les entreprises membres de l'initiative et les experts internationaux invités lors des réunions mensuelles du groupe de travail. Il ne saurait être considéré comme une position ou une analyse émanant directement des entreprises-membres, qui ont certes été consultées sur sa structure et ont pu donner un avis sur son contenu, mais ne sont pas intervenues sur le détail des textes.

Pour en savoir plus sur l'initiative et sur la construction durable : **www.constructiondurable.com**

* : Elisabeth Laville, directrice/fondatrice ; Cédric le Forestier, consultant en charge du projet ; Geneviève Garnier, consultante en charge du projet (jusqu'en mai 2006) ; Mathieu Badimon, directeur artistique/webmaster ; Anne Dupal, graphiste.









FICHE N°1 :

FAIRE DE LA CONSTRUCTION DURABLE UNE STRATEGIE D'ENTREPRISE

La construction durable représente un enjeu de plus en plus incontournable pour les entreprises, qu'elles soient maîtres d'ouvrage ou, naturellement, acteur du secteur de la construction. En effet, les actifs immobiliers représentent désormais 16% de la capitalisation totale des entreprises du CAC 40 (vs 39% en 1994) et jusqu'à 30% voire 50% pour certaines d'entre elles comme Carrefour, Accor, Saint-Gobain ou Lafarge. La liquidité et la valeur de ces actifs sont donc d'ores et déjà des enjeux majeurs qui sont inclus dans la réflexion stratégique et financière des entreprises. Dans cette réflexion, la construction durable occupe une place croissante du fait d'un certain nombre d'enjeux émergents, qui représentent des risques à prévenir et des opportunités à saisir :

- La construction a des impacts environnementaux tels qu'on l'appelle parfois « l'industrie des 40% » (voir ci-dessous).
- De nouveaux risques notamment sanitaires apparaissent tant pour les ouvriers (amiante, chrome VI, …) que pour les occupants (amiante, pollution de l'air intérieur, …).
- Les réglementations sur les bâtiments se font plus contraignantes (RT 2005, désamiantage, apparition des certificats d'économie d'énergie, les diagnostics de performance énergétiques pour les bâtiments ou des fiches de déclaration environnementale et sanitaire pour les matériaux…),
- La construction durable devient dans certains cas une nouvelle condition pour pouvoir acheter un terrain (logement social), obtenir un permis de construire (WalMart à Vancouver) ou décrocher un marché (les hôtels olympiques d'Accor à Sydney) et certaines collectivités encouragent les bâtiments plus écologiques (bonus de COS, accélération de l'obtention du permis de construire, crédit d'impôts, etc.).
- Avec l'apparition de certifications (LEED, BREEAM, HQE, …), la construction durable confère aux actifs immobiliers de nouvelles qualités à valoriser sur les marchés.
- Enfin, des études ont montré que les bâtiments « verts » permettaient des gains de productivité allant de 6 à 16% grâce à la réduction de l'absentéisme et à l'amélioration de la qualité du travail pour les bureaux, et jusqu'à 40% d'augmentation des ventes pour des magasins (cf. fiche 10).

LA CONSTRUCTION : UN SUJET MAJEUR EN TERME DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Tout au long de leur cycle de vie, les bâtiments sont responsables, dans le monde, de **40% des émissions de CO_2, de 40% de la consommation des ressources naturelles et de 40% des déchets générés**. Le secteur a aussi des impacts importants en termes sociaux (santé/sécurité, qualité de vie) et économiques (emploi, productivité, lien entre développement et besoin en infrastructures, corruption). Mais les enjeux varient avec la géographie : **la construction neuve est la priorité dans un pays comme la Chine** (premier constructeur de logements au monde) et **la réhabilitation est l'enjeu majeur dans des pays comme la France** (dont le parc ancien compte 29,3M d'habitations pour 300 000 logements neufs construits par an (source : collectif Isolons La Terre Contre le CO_2).

LA CONSTRUCTION DURABLE : DES BÉNÉFICES ÉCONOMIQUES POUR LES ENTREPRISES QUI POSSÈDENT OU OCCUPENT LES BÂTIMENTS, MAIS AUSSI POUR LA SOCIÉTÉ

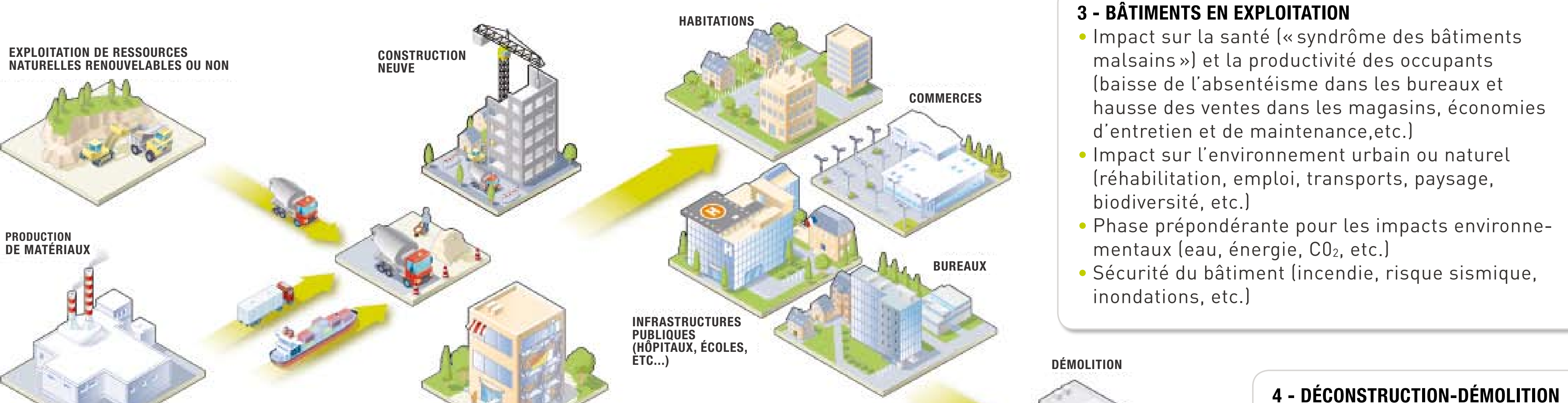
Contrairement à une idée reçue qui voudrait que la construction durable coûte beaucoup plus cher que l'approche « classique », les études montrent que cette démarche se traduit par un surinvestissement assez limité à la construction (estimé à + 4% par l'association HQE, dans un contexte actuel où le marché est encore émergent) qui est largement compensé par des économies et gains de productivité à l'exploitation : on estime ainsi que la valeur actuelle des gains cumulés sur 20 ans est plus de 10 fois supérieure au surinvestissement initial, soit un gain net annuel de 21,5 €/m^2. Cela, à condition que la démarche soit intégrée le plus en amont possible dès la conception, et que le maître d'ouvrage adopte une approche dite « en coût global » couvrant toutes les étapes du cycle de vie du bâtiment : construction, exploitation-maintenance, évolution voire déconstruction (cf. fiche 2).

LES OUTILS FINANCIERS ET ÉCONOMIQUES D'ENCOURAGEMENT À LA CONSTRUCTION DURABLE

Malgré l'intérêt économique de la construction durable à long terme, si l'on considère l'ensemble du cycle de vie d'un bâtiment, et même si on sait que les surcoûts à la construction sont d'autant moins élevés que la démarche est intégrée en amont, le léger surinvestissement initial agit encore parfois comme un frein à la décision des maîtres d'ouvrage de s'engager dans la démarche. C'est pourquoi le développement de solutions de financement des projets de construction durable est nécessaire :

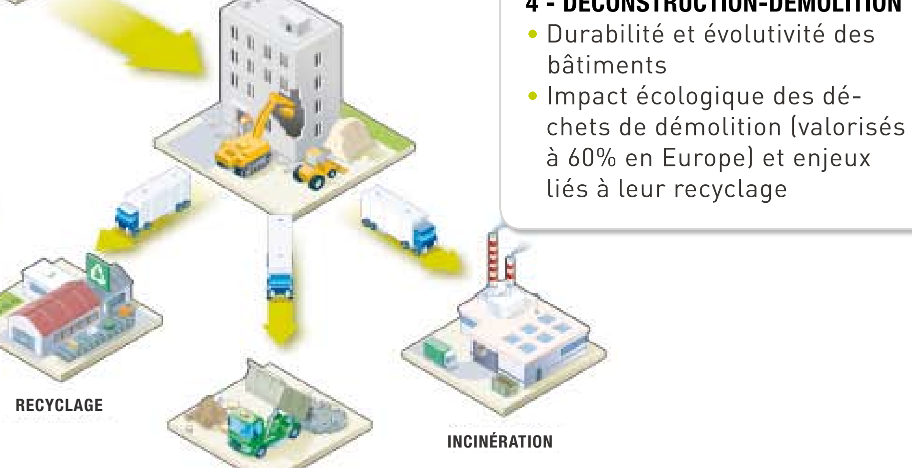
- Pour soutenir les acteurs qui souhaitent s'engager dans la démarche en leur proposant des moyens d'étaler les surinvestissements initiaux éventuels (liés au choix de techniques avec une plus value environnementale) sur toute la période d'exploitation.
- Et pour accompagner la généralisation des pratiques de la construction durable dans tous les secteurs en contribuant à lever les freins immédiats éventuels.

LA CONSTRUCTION : ENJEUX ET RESPONSABILITÉS EN TERMES DE DÉVELOPPEMENT DURABLE



3 - BÂTIMENTS EN EXPLOITATION

- Impact sur la santé (« syndrôme des bâtiments malsains ») et la productivité des occupants (baisse de l'absentéisme dans les bureaux et hausse des ventes dans les magasins, économies d'entretien et de maintenance,etc.)
- Impact sur l'environnement urbain ou naturel (réhabilitation, emploi, transports, paysage, biodiversité, etc.)
- Phase prépondérante pour les impacts environnementaux (eau, énergie, CO_2, etc.)
- Sécurité du bâtiment (incendie, risque sismique, inondations, etc.)



4 - DÉCONSTRUCTION-DÉMOLITION

- Durabilité et évolutivité des bâtiments
- Impact écologique des déchets de démolition (valorisés à 60% en Europe) et enjeux liés à leur recyclage

1 - MATERIAUX DE CONSTRUCTION

- Impact économique global (Europe : 3-4% du PIB) et local (dans les régions productrices - ex. bois)
- Impact écologique de l'extraction, de la transformation et du transport
- Traçabilité et étiquetage
- Impact sur le chantier (santé, sécurité et productivité des ouvriers) et sur les qualités (sanitaires et environnementales) du bâtiment fini

2 - CHANTIERS

- Impact économique global (le bâtiment est le 1er employeur d'Europe) et local (97% des entreprises du bâtiment ont moins de 20 salariés)
- Impact écologique : déchets (23% de plus que les ordures ménagères en France) avec un coût estimé à 3,3% du CA du secteur, pollution (eau, air, sol), consommations d'eau et d'énergie, transport, etc.)
- Santé-sécurité des ouvriers
- Nuisances pour les riverains (bruit, poussières, trafic, etc.)

EN BREF : LES BÉNÉFICES ÉCONOMIQUES DIRECTS ET INDIRECTS DE LA CONSTRUCTION DURABLE

CARACTÉRISTIQUES ENVIRONNEMENTALES DU BÂTIMENT (PAR FAMILLE DE CIBLES HQE)	BÉNÉFICES ÉCONOMIQUES DIRECTS	BÉNÉFICES ÉCONOMIQUES INDIRECTS (POUR LA SOCIÉTÉ)
Eco-construction (cibles 1 à 3) 1. Relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement immédiat 2. Choix intégré des produits, systèmes et procédés de construction 3. Chantier à faible impact environnemental	• Prévention des risques à la fois sur le chantier (accidents et sinistres, plaintes des riverains) et sur le bâtiment (vices cachés, passifs environnementaux, campagnes de riverains, etc.). • Attractivité du bâtiment et confort des utilisateurs (accessibilité par les transports notamment). • Optimisation dès la conception de la performance environnementale du bâtiment. • Réduction des coûts de déconstruction.	• Dynamisation économique locale (ex. réhabilitation d'une friche industrielle, emploi local sur le chantier et le bâtiment, etc.). • Impact réduit des chantiers (déchets, ruissellement, bruit et nuisances de voisinage, etc.). • Usage optimisé des ressources.
Eco-gestion (cibles 4 à 7) 4. Gestion de l'énergie 5. Gestion de l'eau 6. Gestion des déchets d'activité 7. Maintenance - pérennité des performances environnementales	• Réduction des charges (maintenance, énergie, eau, etc.) - ce gain pouvant être partagé entre propriétaire et occupant. • Renouvellement moins fréquent des équipements grâce à un entretien régulier. • Amélioration du taux d'occupation des locaux : facilité accrue de commercialisation. • Possibilité à venir de vente de certificats négociables CO_2. • Prévention des sinistres (incendie, etc.).	• Dynamisation économique locale et meilleure intégration à l'environnement (si emploi de matériaux locaux). • Réduction des émissions de CO_2 et de la contributionà l'effet de serre. • Réduction des consommations de ressources naturelles (énergie, eau, etc). • Réduction des rejets dans l'environnement (eaux usées, déchets, etc).
Confort (cibles 9 à 11) et santé (cibles 12 à 14) 8. Confort hygrothermique 9. Confort acoustique 10. Confort visuel 11. Confort olfactif 12. Qualité sanitaire des espaces 13. Qualité sanitaire de l'air 14. Qualité sanitaire de l'eau	• Meilleure productivité des hommes (locaux professionnels ou scolaires) et des surfaces de vente (magasins éclairés à la lumière naturelle). • Réduction de l'absentéisme et du turnover (locaux professionnels). • Réduction des dépenses de santé. • Prévention des risques de contentieux (notamment «sick building syndrome»).	• Moins de dépenses collectives de santé (prévention des risques).
De manière globale, sur l'ensemble de la démarche	• Augmentation de la liquidité des actifs, de la valeur patrimoniale et du prix de revente. • Amélioration de l'image sur les questions liées au développement durable, retombées marketing.	• Développement de nouvelles activités économiques et de nouveaux emplois.

(source : adapté de l'étude « Instruments économiques et construction durable », D. Drouet / RDI pour l'ARENE IdF, février 2004)

LES BÉNÉFICES INDIRECTS ESTIMÉS DE LA CONSTRUCTION DURABLE

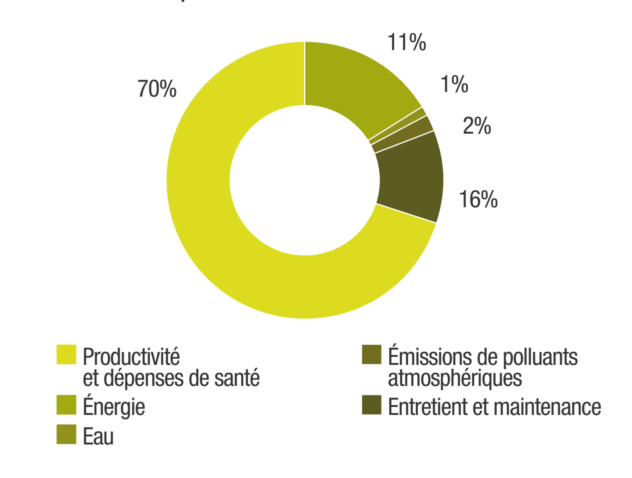
POUR LE PROPRIÉTAIRE OU L'OCCUPANT PAR TYPE DE BÂTIMENTS :

- **Bureaux** : hausse de la productivité de 6 à 26% (meilleur confort de travail, baisse du turnover et de l'absentéisme).
- **Magasins** : augmentation des ventes au m² jusqu'à 40% (notamment due à l'éclairage naturel).
- **Écoles** : résultats scolaires supérieurs de 20 à 26%.

POUR LA SOCIÉTÉ :

- Gisement annuel d'économies sur les dépenses de santé, grâce à une meilleure qualité de l'air intérieur : 2 à 7 Mds (réduction des maladies respiratoires, des allergies, de l'asthme, et des symptômes du « syndrôme du bâtiment malsain »).
- Prévention des maladies liées à la pollution atmosphérique (émissions de CO_2 dont 40% viennent des bâtiments) qui coûtent à l'UE 29 Mds an.

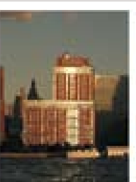
Sources des bénéfices financiers lies à la construction durable (pour les bâtiments tertiaires)



BÉNÉFICIAIRES	ACTEURS PORTEURS OFFRANT UN AVANTAGE ÉCONOMIQUE	
	PRIVÉS	PUBLICS
Maîtres d'ouvrage (particuliers, entreprises, promoteurs,etc. faisant construire ou rénover)	• Banques : prêts bonifiés ou co-bonifiés par un acteur public (ex. PREVair et ADEME) → [France, Suisse, Pays-Bas] ; crédit-bail pour équipements énergétiques. • Assureurs : taux préférentiels (moins de risques de vices cachés) → [Etats-Unis]. • Distributeurs, gestionnaires énergie / eau, fournisseurs d'équipements : audit gratuit des mesures d'économie avec offres de financement sur les investissements → [Etats-Unis, Allemagne] ; contrat de performance globale avec rémunération sur les surplus d'économies ; rabais sur achat matériaux d'isolation, prêt pour travaux. • Investisseurs : fonds d'investissement spécialisés sur la construction durable → [Etats-Unis, Allemagne].	• Avantages fiscaux : déduction, exonération, crédit d'impôt, TVA à taux réduit → [Etats-Unis, France]. • Subventions (avec critères d'attribution liés à la durabilité) → [Autriche]. • Conditionnalité des financements aidés. • Attribution d'un coefficient d'occupation des sols supérieurs → [Suisse, Etats-Unis]. • Procédure accélérée d'attribution du permis de construire → [Suisse, Etats-Unis]. • Vente de permis négociables d'émissions de CO_2 → [Réflexions en Allemagne, Etats-Unis, GB].
Maîtres d'oeuvre	• Assureurs : couverture de la garantie des performances (notamment énergétiques).	• Subventions (pour formation, certification, prise en charge des études préalables, etc.) → [Canada, Scandinavie, Allemagne, Etats-Unis, GB, Pays-Bas].
Entreprises BTP	• Banque : crédit préférentiel pour matériels destinés aux « chantiers propres » (ex. compresseurs).	• Moindre taxe sur la mise en décharge si «chantier propre » → [Pays-Bas]. • Taxation de l'extraction de matériaux de construction vierges → [Danemark, Suède, GB].
Fournisseurs de matériaux	• Investisseurs : fonds d'investissement ou de garantie (pour les entreprises de construction durable et leurs fournisseurs).	• TVA réduite (matériaux économes en énergie) → [Royaume Uni].
Occupants (directement ou via gestionnaires immobilier et facility managers)	• Assureurs : taux réduit (ex. meilleure gestion de l'énergie - réduction des risques incendie). • Investisseurs : meilleure notation des entreprises ayant une gestion durable de leur parc immobilier par les agences de rating extra-financier.	• Moindre taxe sur l'énergie → [Pays-Bas]. • Exonération ou modulation des taxes et redevances sur les déchets et les eaux usées en cas de gestion performante.

(source : Etude RDI pour l'ARENE, Instruments économiques & Construction Durable, novembre 2003)

NOM	ORIGINE	CIBLE						NOMBRE D'OPÉRATIONS (EN JUIN 06)
		APPLICATIONS	CHANTIER	ÉNERGIE	PRODUITS	EAU	GESTION	
HQE®	Fr	Tous	✓	✓	✓	✓	✓	47 Public : 90%
Passivhaus	All - Eur	Logements		✓				6000 Public : 30%
LEED	USA	Tous	✓	✓	✓	✓	✓	400 Public : 50%
BREEAM	GB	Tous	✓	✓	✓	✓	✓	+ 1000 Public : 50%
Minergie	CH	Tous		✓				+ de 5200 (+ de 60 en Minergie P) Public : 40%
Qualitel Habitat & environnement	Fr	Logements	✓	✓	✓	✓	✓	118 programmes certifiés (environ 3000 logements)
E-2000	CH	Tous	✓	✓	✓	✓	✓	
Top Quality	Autriche	Tous	✓	✓	✓	✓	✓	
HK-BEAM	HK	Tertiaire et logements	✓					
ISO 14001	HK	Tous					✓	

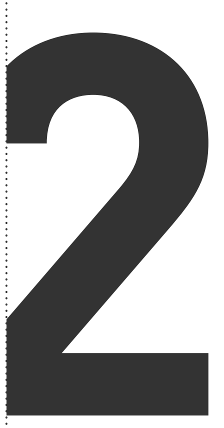





Quelques exemples de bâtiments illustrant les différenentes approches de construction durable : Collège Guy Dolmaire (Mirecourt, France), 20 River Terrace - The Solaire (New York, USA), Bedzed (Beddington, GB), Supermarché Sainsbury (Greenwich, GB).

Face à la complexité du développement durable, qui suppose de prendre en compte de manière globale des objectifs environnementaux, sociaux et économiques, des outils méthodologiques ont été développés pour aider les maîtres d'ouvrage à organiser leur démarche: bien que de natures différentes, la démarche HQE en France ou les standards étrangers (BREEAM en Angleterre, LEED aux USA, Minergie en Suisse, PassivHaus en Allemagne, etc.) permettent ainsi d'identifier les enjeux à prendre en compte dans le projet immobilier et de les hiérarchiser en fonction du contexte (stratégie, localisation, type de bâtiment, etc.)







FICHE N°2 :

ADOPTER UNE APPROCHE EN COÛT GLOBAL

PRENDRE LES DÉCISIONS EN TENANT COMPTE DE L'ENSEMBLE DES COÛTS ENGENDRÉS TOUT AU LONG DE LA VIE DU BÂTIMENT

Le développement durable et pour les produits, l'éco-conception, supposent de prendre en compte l'ensemble des impacts du produit, de l'amont (matières premières utilisées, impact de leur production et de leur transformation éventuelle) à l'aval (fin de vie du produit). Cette vision globale est également valable pour la construction durable, jusque dans la dimension financière avec ce que l'on appelle l'approche en « coût global », qui modifie l'approche traditionnelle de l'investissement immobilier en considérant dès le début du projet, pour choisir entre les différentes options envisagées, l'ensemble des coûts engendrés tout au long de la vie de l'ouvrage : construction, exploitation, maintenance, transformation, voire même déconstruction et traitement des déchets. En pratique, cette approche n'est pas toujours évidente en raison du cloisonnement entre les équipes et les budgets affectés respectivement à la construction et à l'exploitation (il existe également un cloisonnement comptable puisque si les investissements sont amortis sur le plan comptable, les équipements sont portés dans le bilan dans la partie exploitation)...

Ceci explique pourquoi la majorité des immeubles « verts » ont été, en France, construits par des investisseurs qui en sont aussi les utilisateurs (par exemple les Pouvoirs Publics dans le cas des lycées) et peuvent ainsi récupérer les bénéfices du surinvestissement initial durant la phase d'exploitation. Mais l'augmentation plus que probable du prix de l'énergie ou de l'eau, souvent non prise en compte dans les projections, ainsi que le besoin de prévoir à l'avance l'évolutivité et la flexibilité des bâtiments tertiaires, rendent cette approche encore plus nécessaire... Sans compter l'apparition des PPP (partenariats publics-privés), en Angleterre et en France, par lesquels des administrations publiques demandent à un opérateur d'assumer l'intégralité des étapes sur un bâtiment hospitalier par exemple (financement-conception-construction-maintenance-exploitation), le poussant à raisonner en coût global. Et si des incertitudes demeurent quant au calcul exact des coûts, les retours d'expérience semblent prouver de manière indéniable que cette approche permet de réaliserdes économies substantielles à moyen et long terme... ■

CHIFFRES CLÉS +

● Les caractéristiques « vertes » d'un bâtiment augmentent son coût de construction de **2%** mais génèrent en 20 ans des économies allant **jusqu'à 10 fois** le surinvestissement initial. *(source : étude de l'Etat de Californie, Page 54 du rapport « The Costs and Financial benefits of Green Buildings » publié en octobre 2003 par California's Sustainable Building Task Force)*

● Pour les immeubles de bureaux, la flexibilité et l'évolutivité qui caractérisent les bâtiments « verts » permettent ainsi de réduire de **90%** les coûts de réaménagement. *(source : rapport Making The Business Case For High Performance Green Buildings, USGBC)*

● **Les coûts liés** à l'exploitation et à la maintenance technique d'un bâtiment tertiaire tout au long de sa vie (hors frais fonciers et financiers) représentent entre **3 fois et 4 fois** les coûts liés à la phase de construction. *(source APOGEE, « Ouvrages publics & Coût Global », Mission Interministérielle pour la Qualité des Constructions Publiques)*
→ Voir graphique 1 ci-contre.

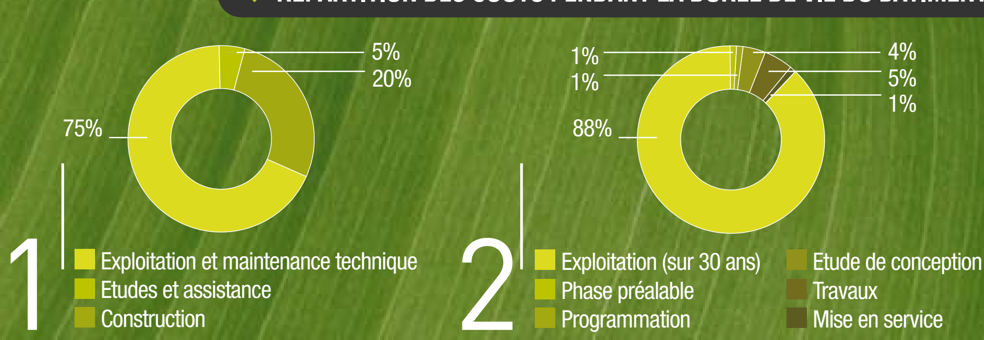
● Alors qu'elle ne représente qu'une parenthèse au regard de la durée de vie totale d'un bâtiment et moins de 10% des dépenses engagées hors charge foncière, c'est au cours de **la phase amont** de la réalisation que se détermine près de **90% du coût global de l'immeuble** (Ouvrage public et coût global, Mission Interministérielle pour la Qualité des Constructions Publiques).
→ Voir graphique 2 ci-contre.

QUE DIT LA LOI ?

■ Suite à un amendement voté par le Sénat, les constructions respectueuses de normes environnementales exigeantes et en particulier de très hautes performances énergétiques et qui bénéficient d'une décision d'octroi de subvention ou de prêt aidé prise entre le 1er juillet 2004 et le 31 décembre 2009 seront exonérées pendant 30 ans de la taxe foncière.

■ L'exonération est accordée lorsque quatre des cinq conditions suivantes sont remplies dans la construction : assistance technique du maître d'ouvrage par un professionnel ayant des compétences en matière d'environnement ; gestion des déchets du chantier ; performance énergétique et acoustique ; utilisation d'énergie et de matériaux renouvelables ; maîtrise des fluides.

RÉPARTITION DES COÛTS PENDANT LA DURÉE DE VIE DU BÂTIMENT



Rapport « Ouvrages publics & Coût Global » du MIQCP publié en janvier 2006.

MAÎTRE D'OUVRAGE : 9 PISTES D'ACTION POUR LIMITER LES COÛTS ...

1 PRISE DE DECISION EN AMONT

Intégrer la démarche de construction durable le plus en amont possible dans la conception du bâtiment, pour minimiser les impacts globaux sur l'environnement, maximiser les synergies possibles entre les différents objectifs et **anticiper les coûts d'entretien et maintenance**.



2 COÛT GLOBAL

Lors de la prise de décision, en phase de concours par exemple, **calculer les retours sur investissement à 20-30 ans (mais aussi à 5-10 ans)**, ce qui est plus proche de la durée de vie réelle d'un bâtiment (il faut également intégrer le réinvestissement lié aux éventuelles rénovations pendant la durée de vie du bâtiment).

Photo : Slavatierra (Rennes, France).

3 IMPORTANCE DES ETUDES

Prendre le temps nécessaire lors des phases préalables de programmation, d'études et d'esquisse, et **engager les moyens humains et financiers suffisants**. C'est à ce stade que l'on doit prendre le temps de comparer de manière chiffrée plusieurs solutions techniques, d'effectuer des simulations (notamment les modélisations informatiques permettant de prévoir les comportements du bâtiment) en faisant varier certains paramètres pour évaluer la performance des différents systèmes constructifs et du futur bâtiment (cf. fiche4). Une étude américaine a montré que consacrer 3% des coûts de construction en amont à de telles études permet jusqu'à 10% d'économies sur les coûts de construction. (source Étude : « Rapport publié par Kema en octobre 2003 Managing the costs of Green buildings »)



4 ANTICIPATION DES BESOINS DE MAINTENANCE

Intégrer les aspects de maintenance et d'exploitation ultérieure du bâtiment (par ex. : accessibilité des éléments vitrés, choix de vitres autonettoyantes, contrats de leasing comprenant l'entretien, ...) lors de la consultation des entreprises en aval, constituer à partir des documents, plans et dossiers fournis à l'issue de la réalisation, **un guide d'entretien du bâtiment** (parfois appelé Dossier d'Exploitation et de Maintenance).

Photo : Alterra (Wageningen, Pays-Bas).

5 SUIVI DE LA PERFORMANCE

Prévoir dès la conception la mise en place d'outils permettant de suivre la performance et les consommations du bâtiment pour pouvoir communiquer sur le bilan économique de la démarche. Il est conseillé d'intégrer une GTC (Gestion technique centralisée) dont l'interface est adaptée à l'utilisateur et aux mesures de performance recherchées par le maître d'ouvrage (par ex. : consommations énergétiques, d'eau...).

6 CONSULTATION

Consulter les directions concernées par l'exploitation avant de prendre vos décisions et les impliquer si nécessaire dans les choix à faire (et si possible dans l'équipe de maîtrise d'ouvrage chargée de travailler sur la conception du bâtiment). **Il peut être également judicieux selon les cas de consulter directement les acteurs de l'entretien du bâtiment (par ex. : équipe de nettoyage pour un lycée)**.

7 RÉFLEXION SUR LE SERVICE RENDU



De manière générale, **penser au service rendu et à la fonction recherchée avant de penser aux équipements** à intégrer dans le bâtiment, en ayant pour objectif de réduire le recours à des équipements additionnels plutôt que de l'augmenter (cf. fiche 10) ; éviter de recourir au dernier moment à des équipements techniques soit-disant « verts » et souvent coûteux si le problème correspondant n'a pas été pris en compte en amont, lors de la conception.

Photo : NewHouseResidence Hall (Pittsburgh, USA).

8 EVOLUTIVITÉ DES USAGES

Prévoir les évolutions du bâtiment sur l'usage qui en est fait, mais également sur l'entretien et favoriser au maximum l'évolutivité et la souplesse de la structure. Cela suppose par exemple de :

- Prévoir une marge de manœuvre dans les chemins de câble permettant d'augmenter ultérieurement la capacité initiale.
- Miser sur la flexibilité des structures secondaires pour permettre au bâtiment de se transformer et de mieux s'adapter à l'usage que voudront en faire ses occupants.

Pour mémoire, la durée d'usage d'un bureau est de 5-7 ans alors qu'un bâtiment a une durée de vie de 30 ans en moyenne. Aux Etats-Unis, selon le RMI, 25% des employés sont concernés chaque année par le réaménagement des immeubles de bureaux, avec un coût moyen de 2 500 $ par employé.

9 LA FIN DE VIE



Anticiper si possible la fin de vie du bâtiment, soit en prévoyant sa conversion possible en immeuble avec une autre utilisation (l'éco-architecte américain Bill McDonough a ainsi conçu un siège social et même un hypermarché pouvant être convertis en habitations) soit en facilitant sa déconstruction. Choisir des composants de qualité, qui vieilliront bien et qui seront dans la mesure du possible recyclables ou réutilisables facilement.

Photo : Philips Eco Center (Minneapolis, USA).

RESSOURCES +

- « Ouvrages publics & Coût Global » du Mouvement Interministérielle pour la Qualité des Constructions Publiques, janvier 2006.
- Fiche « Construction durable, les bénéfices économiques », ARENE Ile de France.
- « Managing the Costs of Green Building ».

ÉTUDES DE CAS : COUNCIL HOUSE 2

Le coût de construction du CH2 est plus élevé de 20% par rapport à un bâtiment traditionnel de gamme comparable.
Il apparaît cependant, études à l'appui, que grâce à ses performances environnementales, la productivité des employés s'en voit grandement améliorée, les absences sont largement réduites et les frais courants sont considérablement diminués : baisse de 84% de l'électricité et de 95% pour le gaz. Mick Pearce, l'architecte concepteur du bâtiment, estime entre 5 et 20 ans la période de retour sur investissement en fonction de l'évolution du prix de l'énergie.



CH2 (Melbourne, Australie)

www.constructiondurable.com

OUTILS DE FINANCEMENT +

- **La Banque Populaire** a lancé au niveau national son duo **PREVair** (prêt immobilier écologique) et **CODEVair** (livret d'épargne écologique). **PREVair** assure un prêt à un taux exceptionnel pour tout investissement matériel améliorant l'impact de l'activité sur l'environnement. Le prêt est **d'une durée de 5 à 7 ans**. Les fonds collectés grâce à **CODEVAIR** sont alloués prioritairement aux financements des prêts **PREVair**.
→ www.banquepopulaire.fr
- **Le Crédit Agricole** propose depuis mai 2006 une offre environnementale comprenant des produits de financement d'**économies d'énergie ou d'énergies renouvelables**, à destination des particuliers, des entreprises et des exploitants agricoles.
→ www.credit-agricole.fr
- **la Société Générale** a lancé le premier produit boursier en France consacré à l'énergie solaire à travers des certificats, destinés aux particuliers comme aux professionnels, pour **investir dans l'énergie solaire** (thermique et photovoltaïque) à travers l'indice World Solar Energy (SOLEX est un indice composé par Sustainable Asset Management Group et calculé par Dow Jones Indexes. Il couvre les dix plus grandes valeurs internationales dans le domaine de l'énergie solaire.)
→ www.societegenerale.fr

EXEMPLES DE BONNES PRATIQUES

1 La maîtrise d'ouvrage de **la banque populaire d'Alsace** a réuni pendant toute la phase de construction du bâtiment un comité de pilotage transversal rassemblant la DRH, le service maintenance, le directeur général, la direction financière, un écoconseiller et un informaticien en charge de la gestion technique du bâtiment.

2 Des systèmes d'intéressement de la maîtrise d'œuvre à la performance du bâtiment apparaissent ; en 1996, le cabinet d'architectes californien **Charles Eley** avait négocié avec **la mairie d'Oakland** un système de bonus/pénalité par rapport à des objectifs de réduction des consommations énergétiques pour un bâtiment administratif municipal ; à Portland dans l'Oregon, le cabinet BOORA Architects, dirigé par Heinz Rudolf (voir www.boora.com), intègre depuis plusieurs années à sa rémunération un système de bonus/malus en fonction des performances énergétiques des bâtiments scolaires dont il a la charge.

3 Le siège européen de **Nike** aux Pays-Bas a été conçu en intégrant dès le départ les évolutions possibles du bâtiment dans le futur. Ce dernier a été conçu pour passer facilement d'un immeuble de bureaux à un immeuble d'habitations, si Nike décidait un jour de quitter les lieux.

4 Le bâtiment commercial MarketPlace de 9000 m^2 conçu pour **Herman Miller**, dans le Michigan, a globalement permis à l'entreprise d'économiser 6 M$ par rapport à la location d'un bâtiment classique comparable : sur les sept premières années de location, Herman Miller estime ainsi ses économies à 33% sur les coûts de maintenance, 41% sur les coûts d'exploitation et 66% sur les coûts de réaménagement continu, soit une économie totale de 17 $/m^2 sur la période considérée. (source p. 11 du rapport de l'année 1)

5 Les résultats d'une étude effectuée (« Gestion des déchets de chantier – étude comparative ») en 2005 sur six chantiers de construction par le bureau **BIRD** (Bureau d'Investigation sur le Recyclage et la Durabilité), qui prend en charge depuis 1995 la gestion des déchets sur plus d'une quarantaine de chantiers en Suisse romande, montre qu'un tri performant à la source conforme aux réglementations en vigueur coûte nettement moins cher qu'une évacuation en vrac des déchets, avec une économie de 63 € par mètre cube de déchets triés.

6 La ville de **Stuttgart** consent des prêts à taux 0% pour couvrir les surcoûts à l'acquisition d'équipements d'économie d'énergie. Ces prêts sont remboursés chaque année sur les économies d'énergie réalisées. En 2000, une économie nette de 13,2 M€ a ainsi été réalisée (= économies de 16,6 M€ - dépenses de 3,4 M€ en remboursement de crédit, personnel, informatique et consultations d'ingénierie). Une équipe dédiée fait également la « course au gaspillage » économique en vérifiant en permanence les équipements, les fuites, etc. Un emploi de ce type est rentabilisé rapidement, à partir de 20 000 habitants.

7 Le bâtiment écologique **Leslie Mao Ming Sun Field** de l'université de Stanford a été réalisé avec un coût similaire à un autre bâtiment « non écologique » du même campus, ces deux bâtiments étant tout à fait comparable sur leur taille et leurs fonctionnalités.

8 USA, Suisse : des réductions de taxes ou des obtentions rapides de permis sont consenties à des projets de bâtiments durables.



3

FICHE N°3 :

ORGANISER LA DÉMARCHE

Des entreprises engagées, en se lançant dans la réalisation de bâtiments innovants, ont permis de faire émerger et de démocratiser certains procédés de construction durable. Le marché de la construction durable est désormais plus mature, et de plus en plus d'acteurs se lancent dans la démarche. Aujourd'hui en France, la tendance est à la réalisation de bâtiments durables moins « spectaculaires » quant à leurs choix écologiques, qui cherchent à concilier l'efficacité et la maîtrise des coûts. La construction durable présente un réel intérêt financier dès lors que l'on adopte une approche en coût global (cf. fiche 2). Pourtant, la volonté de certains acteurs de s'engager dans la démarche se heurte parfois encore au manque d'expérience des maîtres d'ouvrage et à certaines idées reçues persistantes : surfacturation de certains prestataires dès lors que l'on sort des schémas classiques de construction, sentiment que les délais de réalisation seront bien supérieurs à ceux d'un projet classique. En faisant appel à un acteur spécialisé dans l'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage (AMO), compétent en matière de HQE et de construction durable, on pallie aisément le manque d'expérience et les inquiétudes du porteur de projet. Le rôle de ce dernier consiste alors à faire sortir des sentiers battus les concepteurs et réalisateurs du projet, et à être le garant des objectifs et de la volonté d'obtenir un bâtiment respectant des critères de développement durable. Un projet de construction durable est une démarche de conduite du changement qui requiert un management spécifique et peut être mis en parallèle avec les grandes étapes d'intégration d'une stratégie de développement durable.



QUELQUES OUTILS DE MANAGEMENT SPÉCIFIQUES À LA CONSTRUCTION DURABLE +

- Normes internationales **ISO 14000** & **SD 21000**.
- La norme française **GA P01-030** correspond au guide d'application de la norme ISO14001 pour la construction durable.
- La **Démarche HQE®** (Haute Qualité Environnementale) est une démarche volontaire s'appuyant sur la mise en place d'un système de management de l'environnement (SME) et la définition d'objectifs environnementaux déclinés en 14 cibles. La Démarche HQE® impose une obligation de moyens.
- La **Certification NF - Démarche HQE®** est une obligation de résultats. Elle certifie à la fois a mise en place d'un management environnemental opérationnel et le respect de critères environnementaux minimum. Elle se décline pour trois types de bâtiments :

  1/ Les bâtiments tertiaires
  → CERTIVEA : www.certivea.fr

  2/ Les maisons individuelles
  → CEQUAMI : www.constructeurs-nf.fr

  3/ Les logements
  → CERQUAL : www.cerqual.fr

  Pour obtenir la certification HQE, un bâtiment est soumis à trois séries de vérifications par audit externe, aux trois moments-clefs que sont le programme, la conception et la réalisation.
- Les certifications **Habitat & Environnement** et **Patrimoine Habitat & Environnement** de CERQUAL qui concernent respectivement : la construction, la réhabilitation de logements collectifs et de maisons individuelles groupées.
- Les normes **AFNOR - NF** (aide à la conception de politique environnementale) :

  1/ Les déclarations environnementales et sanitaires des produits **NF01- 010**.

  2/ La qualité environnementale des bâtiments (norme homologuée) **NFP01-020-1**.

  3/ Le système de management environnemental pour le maître d'ouvrage **GA 01-030**.

LES « FONDAMENTAUX » PERMETTANT DE MIEUX ORGANISER SA DÉMARCHE DE CONSTRUCTION DURABLE

1 Faire réaliser une analyse de site (zone climatique, précipitations, exposition aux vents, apports solaires…) permet de cadrer la maîtrise d'œuvre pour définir des objectifs environnementaux pertinents. Dans un deuxième temps déterminer le profil environnemental du projet en adoptant des objectifs ambitieux.

2 Rompre avec les habitudes du secteur, car la construction durable impose une autre façon d'appréhender la démarche et une capacité d'adaptation accrue, du fait des connaissances disparates dans ce domaine.

3 Planifier le travail en séquence, pour bien organiser le passage de relais entre les différentes entreprises intervenant dans le projet et veiller à s'assurer de la bonne intégration au projet des prestataires ayant des tâches éphémères lors de la construction.

4 Veiller à ne pas trop multiplier les fiches organisationnelles, car il y a un risque de confusion mais par contre clarifier les principales fiches et les rendre facilement accessibles et compréhensibles (ex. : fiches d'actions correctives en phase de travaux à soumettre au comité de pilotage).



MAÎTRE D'OUVRAGE : 6 CONSEILS POUR ORGANISER SA DÉMARCHE

1 S'INSPIRER DE PROJETS SIMILAIRES

Dans les premières étapes de la démarche, se documenter et chercher à s'inspirer d'expériences similaires à son projet de construction. Cela signifie par exemple : ○ Visiter des bâtiments « verts », pour profiter du retour d'expérience d'équipes de construction ayant déjà réalisé un bâtiment identique. ○ Comparer les différents **outils méthodologiques** (certifications, démarches volontaires ou labels, comme HQE, BREEAM, Minergie, etc.) pour identifier les différents enjeux à prendre en compte dans le projet et trouver les approches ou systèmes de management qui lui correspondent le mieux. ○ Consulter des **bases de données** ou des revues spécialisées sur le sujet.

Photo : 8 Brindabella Circuit (Canberra, Australie).
www.constructiondurable.com

2 S'ENGAGER VISIBLEMENT

S'engager de manière visible et forte, avant et pendant le déroulement des travaux, pour que les exigences environnementales soient correctement respectées et pour fédérer l'ensemble des acteurs dans la démarche de construction durable. Les retours d'expérience montrent que l'implication du maître d'ouvrage doit être plus forte dans un projet de construction durable que sur un projet classique, tant durant la conception du bâtiment que sur le chantier même : ○ Avant la phase de rédaction du programme, le maître d'ouvrage doit prendre le temps de **fixer clairement les objectifs** auxquels il aspire, sur une échelle allant de la maîtrise des coûts par les choix technologiques et architecturaux les plus banalisés, au bâtiment « vitrine », très avant-gardiste et innovant. ○ **Il officialise ensuite les objectifs environnementaux** du projet qu'il entend développer en priorité, en s'appuyant ou non sur les 14 cibles HQE. A cette étape, il prend aussi le temps de réaliser une **analyse des sites possibles et des études préalables** permettant de confirmer la pertinence des choix retenus : diagnostic environnemental du site, analyse en coût global (cf. fiche 2), études d'impact (cf. fiche 4), etc. ○ **Par la suite, il rédige les contrats avec les prestataires,** en précisant clairement les exigences sociales et environnementales du chantier et du bâtiment et en détaillant le contenu des missions, les responsabilités et les modalités de surveillance. Le bon déroulement de la phase de réalisation des consignes HQE par l'entreprise de construction est facilité par **la rédaction de documents expliquant la marche à suivre sur le plan environnemental** : livret d'accueil, charte de chantiers « verts » ou à faibles nuisances, bordereau de suivi des déchets (qui peuvent aussi être valorisés), fiches produits, journal du chantier... ○ **Enfin, il prend le temps de s'impliquer personnellement dans le suivi des travaux** en s'assurant que les intervenants effectuent leurs missions conformément au contrat et en vérifiant que les principaux objectifs de l'opération sont atteints.

3 DIALOGUER TOUT AU LONG DU PROJET AVEC LES PARTIES PRENANTES, INTERNES ET EXTERNES

○ **Développer un argumentaire** défendant le projet auprès des décisionnaires, des financeurs, avec une approche en coût global, intégrant les coûts de construction mais aussi les coûts d'exploitation (cf. fiche 2). ○ Prendre en compte les spécificités du lieu d'implantation dans ses choix (proximité d'une école, d'une maison de retraite, d'un hôpital). Avant la phase de chantier, communiquer au personnel et au voisinage le planning des travaux, signaler les phases les plus bruyantes et planifier à l'avance les livraisons en anticipant les problèmes de stationnement. ○ **Faire remonter les desideratas des futurs utilisateurs** du bâtiment. Il est possible pour cela de nommer un comité de pilotage du projet au sein duquel les utilisateurs sont représentés (par exemple pour un lycée : le proviseur, les cuisiniers, le service de nettoyage, les associations d'élèves et de parents, etc.). ○ Veiller à ce que les différentes aspirations retenues apparaissent dans le **cahier des charges**. Afin d'éviter des prises de décisions contradictoires, il est essentiel que ce dernier soit réalisé conjointement par le programmiste et/ou l'assistant maître d'ouvrage (AMO) HQE, dont la présence est souhaitable si la maîtrise d'œuvre n'a pas d'expérience dans ce domaine.

4 METTRE EN PLACE UN SYSTÈME DE MANAGEMENT INTÉGRÉ AUTOUR DES OBJECTIFS DÉFINIS

S'entourer de partenaires motivés et compétents sur la construction durable, avec plusieurs bâtiments durables à leur actif, et trouver des systèmes innovants pour les motiver sur les objectifs de performance (ex : sensibilisation préalable, système de bonus/malus en fonction des performances du bâtiment) (cf. fiche 3). En phase de conception, **mettre en place une organisation transversale** réunissant l'ensemble des acteurs concernés par le chantier (comité de pilotage, réunions d'information, consultation, etc.). **Établir une feuille de route** planifiant le moment où chaque corps de métier intervient aux différentes étapes du projet. **Répartir de manière officielle les missions,** responsabilités et autorités dans l'équipe et **nommer un responsable HQE et suivi des travaux** (Ordonnancement - Pilotage de chantier – Coordination) dont le rôle est de centraliser l'information, de remonter et arbitrer les contraintes, d'assurer la prise de décision et de faire respecter la feuille de route.



Photo : Réunion lors de la conception du Council House 2 (Melbourne, Australie).

5 COMMUNIQUER, FORMER ET SENSIBILISER

S'entourer d'une équipe ayant une fibre « environnementale », et **prévoir des sessions de formation/sensibilisation** pour les équipes opérationnelles. **Vendre ses ambitions environnementales** à ses fournisseurs en argumentant sur l'intérêt pour eux de ce type de projet : valeur ajoutée de l'offre, nouvelles compétences HQE valorisables sur le marché, acquisition d'une expérience leur donnant ensuite la possibilité de répondre à des appels d'offre ayant des exigences environnementales... **Exiger des maîtres d'œuvre** qu'ils prennent toutes les précautions utiles pour minimiser leurs impacts (ex : tri des déchets de chantier). **Définir un plan de communication** précis tout au long du projet, qui pourra être adapté en fonction du public visé (par ex. : newsletter pour les riverains, point d'information, réunions d'information, site Interne, etc.) et qui fera le lien avec la stratégie de développement durable de l'entreprise. **Fournir aux futurs utilisateurs** les documents qui les accompagneront dans une utilisation judicieuse du bâtiment (Dossier d'Intervention Ultérieur sur les Ouvrages, livret d'entretien et de maintenance...). Une fois le projet achevé et les progrès mesurés, **valoriser de manière créative le « plus » que représente la construction durable,** en interne et en externe.

6 MESURER LES PROGRÈS ET RENDRE DES COMPTES AUX PARTIES-PRENANTES

Rédiger un tableau de bord pour piloter l'ensemble de la démarche de l'amont à l'aval, avec des objectifs et des indicateurs de suivi. Cela suppose notamment de choisir des indicateurs-clés à chaque phase d'élaboration du bâtiment et de réaliser un certain nombre d'études et de simulations avant et pendant le processus. **Organiser la « mémoire » de l'opération**, en rédigeant une documentation qui en reprenne les détails et permette d'assurer la « traçabilité » des décisions/interventions de l'opération. **Prévoir dès la conception la mise en place d'outils de mesure de la performance effective du bâtiment** (ex. : consommations d'énergie et de ressources, absentéisme et turnover s'il s'agit d'un bureau, etc.) et penser à mettre en place ce suivi lors de la phase d'exploitation (cf. fiche 4), aussi bien sur les consommations, l'entretien, la maintenance que sur le niveau de satisfaction des usagers.

Photo : Leslie Shao-Ming Sun field Station (Californie, USA).

ÉTUDE DE CAS : MAIRIE DES MUREAUX

Le budget de réhabilitation de la mairie des Mureaux, voté en amont de la décision de réaliser une démarche HQE, ne permettait aucune possibilité de dépassement.

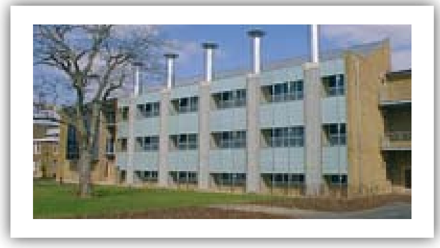
• La maîtrise d'ouvrage a nommé un **chef de projet** chargé de garantir le bon déroulement des différentes phases HQE et de faire avancer les différents acteurs selon un **planning des opérations** minutieusement rédigé. Les prestataires ont été dès le départ fortement sensibilisés à l'importance de l'objectif de construction durable.

• Le management du projet HQE impose la mise en place d'un **comité de pilotage opérationnel**, interne à la maîtrise d'ouvrage, avec la possibilité de faire appel à un bureau d'étude en soutien. Ce comité s'est réuni tous les mois pour valider les décisions prises en amont et assurer un suivi des travaux.

• La rédaction de **fiches de performances** avec des sous-cibles et les contrôles pendant les trois phases de construction du bâtiment ont constitué des étapes importantes dans la bonne mise en place du projet HQE.

• Une **lettre d'information à destination des riverains** a souligné les côtés positifs du projet : intégration patrimoniale, chantier à faibles nuisances, valeur ajoutée environnementale...

• Pour le choix des solutions techniques, un **tableau comparatif des solutions existantes** a permis de faire des choix judicieux au niveau environnemental.



Building Research Establishment (Watford, Angleterre)



Collège Guy Dolmaire (Mirecourt, France)



Mairie des Mureaux (Mureaux, France)

RESOURCES +

● « Qualité environnementale des Bâtiments, manuel à l'usage de la maîtrise d'ouvrage et des acteurs du bâtiment », ADEME.

● Fiche 28 de « l'agenda 21 » de Genève → www.geneve.ch

● Guide méthodologique « Urbanisme commercial et qualité environnementale » de l'ARENE Ile de France.

EXEMPLES DE BONNES PRATIQUES

1 Pendant la phase de programmation du nouveau siège social de la **Banque Populaire d'Alsace**, la direction générale, la direction des ressources humaines, la direction financière, le service maintenance, un éco-conseiller et un informaticien ont été consultés sur les choix à valider.

2 **Pour la construction du collège de Mirecourt**, le Conseil Général des Vosges a instauré un système de consultation des parties prenantes (cuisiniers, enseignants, gardiens, riverains...) qui s'est prolongé jusqu'au moment de l'appel d'offre des travaux, avec prise en compte des observations et validation des documents finaux par les acteurs concernés.

3 Lors de la phase de préparation du projet de **bâtiment CH2 à Melbourne** en Australie, l'ensemble des acteurs intervenant dans l'élaboration du bâtiment s'est réuni en séminaire de travail de deux semaines pour s'accorder sur une méthodologie et des objectifs communs, valider conjointement le cahier des charges et veiller à ce que chaque corps de métier ait donné son accord sur la marche à suivre et la vision finale du projet. D'après l'architecte Mick Pearce, cette gestion de projet participative en amont a permis de faire gagner 6 mois au projet par rapport à un planning traditionnel.

4 Un éco-conseiller en interne épaule les architectes sur les projets HQE au sein du **cabinet Architecture Studio**. Trois sources de documentation servent en sus pour tous les projets : le manuel HQE de l'ADEME (cf. ressources), une base documentaire composée de fiches matériaux et de fiches informatives sur les procédés techniques, et les fiches de suivi de projet qui reprennent par phase et par projet les préoccupations organisationnelles, techniques et architecturales depuis la phase d'esquisse jusqu'à la livraison du chantier.

5 Au lancement du projet **Danone Vitapole,** un directeur de projet a été nommé pour animer un comité de pilotage dans lequel était impliqué un responsable de construction, un responsable technique, un responsable financier et une responsable de la direction des ressources humaines. Il devait également faire le lien entre la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre. La responsable des ressources humaines a récolté les demandes des futurs usagers du centre dont les exigences sont importantes. La maintenance a été conviée au réunion et associée à la rédaction du cahier des charges. Le chantier a été particulièrement efficace dans sa gestion et son organisation : aucune décision n'a été bloquée plus de 48 heures, grâce à la parfaite réactivité des intervenants dans la prise de décision.



Vitapole (Palaiseau, France)

6 Sur le chantier HQE du 3e Center Parcs de France, dans l'Aisne, **Pierre & Vacances** a mis en place un management spécifique de l'opération, qui comprend notamment l'embauche d'une responsable « chantier vert » et de deux « hommes verts » pour veiller à l'application des procédures de certification HQE (tri des déchets, protection de la flore...) mais aussi des réunions d'information à l'attention des riverains et la création d'une adresse Internet et d'une boîte à lettres sur le site pour permettre aux riverains de signaler les problèmes provoqués par les travaux.



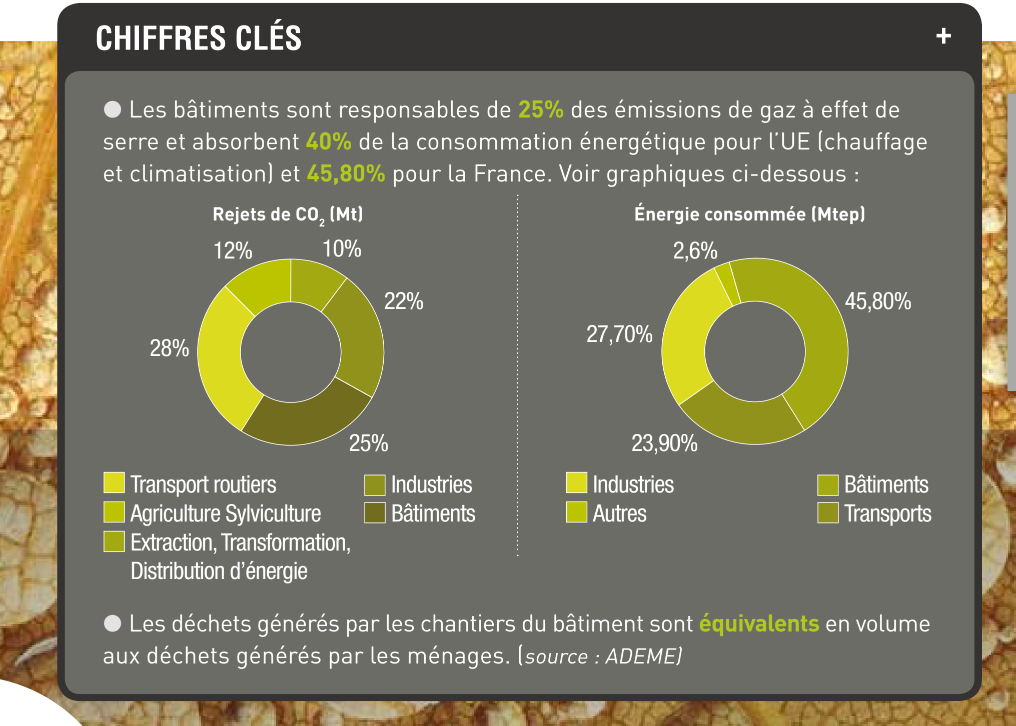


FICHE N°4 :

MESURER L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL D'UN BÂTIMENT



La mesure de la performance et de l'impact environnemental du bâtiment est une pratique encore peu courante en France, mais qui se développe rapidement pour plusieurs raisons. Elle permet en premier lieu de valider la performance effective du bâtiment par rapport aux objectifs initiaux. Le tableau de bord des performances qui en découle facilite ensuite l'adoption d'une approche en coût global (cf. fiche 2) et permet de maîtriser le comportement du bâtiment pendant toute sa durée de vie : prévention des dysfonctionnements, identification des priorités stratégiques, outil de dialogue et de décloisonnement des équipes, comparaison des projets en phase de concours. Enfin, cet exercice de rigueur permet à l'entreprise d'anticiper les réglementations à venir, d'apprécier à leur juste valeur les actifs immobiliers en fonction de la prestation offerte aux usagers et de valoriser les progrès réalisés auprès des parties prenantes. À terme des initiatives comme l'étiquette énergie (cf. fiche 6) permettront de comparer les performances énergétiques des bâtiments entre eux… en tenant compte naturellement des différences entre les climats des lieux d'implantation, ainsi qu'entre les activités exercées dans les locaux (par ex. : piscine et/ou restaurant dans un hôtel).



CHIFFRES CLÉS +

- Les bâtiments sont responsables de **25%** des émissions de gaz à effet de serre et absorbent **40%** de la consommation énergétique pour l'UE (chauffage et climatisation) et **45,80%** pour la France. Voir graphiques ci-dessous :

- Les déchets générés par les chantiers du bâtiment sont **équivalents** en volume aux déchets générés par les ménages. (*source : ADEME*)

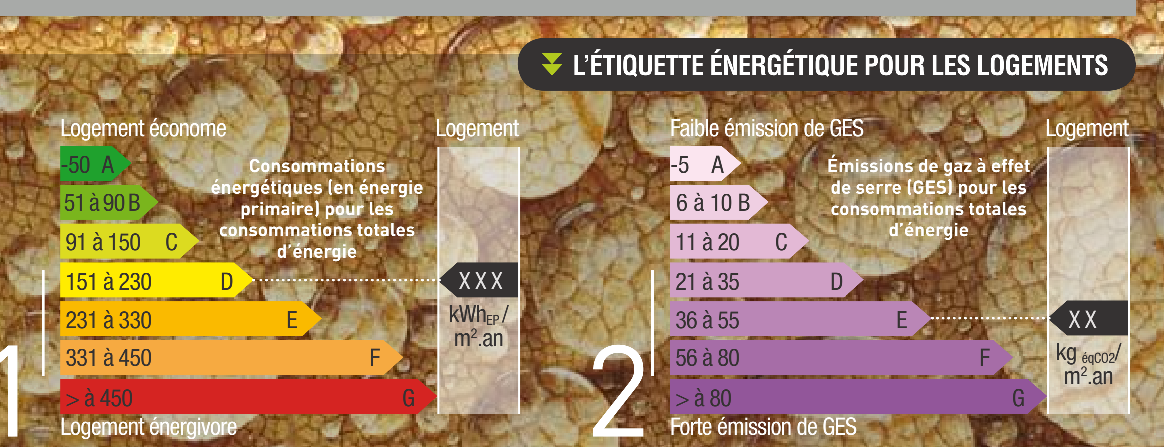
QUE DIT LA LOI ?

Dans le cadre de la RT2000 (également valable pour la RT2005), deux règles de calcul réglementaires ont été développées : TH-CE, pour **le calcul des consommations réglementaires (C et Créf) et de la température intérieure et de confort Tic pour les bâtiments non climatisés.**

L'étiquette Energie avec mention de la performance du bâtiment (lettre allant de A à G pour les logements et A à I pour le tertiaire, en fonction de la consommation en kWh/m² ou en grammes de CO_2) est obligatoire pour la vente au 1er novembre 2006, et le sera pour la location à partir de juillet 2007.

Dans le cadre du Plan Climat, les collectivités locales auront la possibilité de **réduire la taxe foncière** et d'accorder un bonus de COS jusqu'à 20% pour les propriétaires de bâtiments intégrant des caractéristiques environnementales.

L'ÉTIQUETTE ÉNERGÉTIQUE POUR LES LOGEMENTS



MAÎTRE D'OUVRAGE : LABELS ET CERTIFICATIONS…

1 LA CERTIFICATION HQE ®

Pour se lancer dans la mesure de l'impact environnemental d'un bâtiment, il est préférable de s'appuyer sur l'un des référentiels existants, des méthodes d'évaluation assez générales dans leur approche qui mêlent données quantitatives et qualitatives. Le référentiel français le plus connu est la certification de l'association HQE qui s'est associée à l'AFNOR et au CSTB pour proposer la certification NF bâtiments tertiaires - démarche HQE®. Elle coûte 18000 € et se déroule en trois étapes d'audit, la première pendant la phase de programmation, la seconde au moment de la conception, et enfin la dernière pendant la phase d'exploitation. Les bâtiments certifiés ont une obligation de moyens et non de résultats. Leur performance est communiquée aux maîtres d'ouvrage sous forme d'un profil général. Cette certification s'applique aujourd'hui à certains types de bâtiments (bureaux, établissements scolaires et maisons individuelles) et doit sortir prochainement pour d'autres types de constructions (hôpitaux, hôtels et commerces).

cstb.fr/hqe | assohqe.org



2 LA CERTIFICATION ENVIRONNEMENTALE « HABITAT ET ENVIRONNEMENT»



L'association Qualitel, à travers sa filiale Cerqual, propose la certification environnementale « **Habitat et environnement** » comprenant l'option « Performance » pour les logements collectifs et les maisons individuelles groupées. Elle a également lancé la certification « Patrimoine Habitat & Environnement » qui vient spécifiquement certifier les travaux de réhabilitation.

cerqual.fr

3 LES RÉFÉRENTIELS ANGLO-SAXONS

Les référentiels anglo-saxons les plus répandus sont : BREEAM, en Grande-Bretagne, délivre une note unique et se décline en quatre niveaux de performance : « pass », « good », « very good », « excellent ». LEED pour les USA, délivre une appréciation finale sur le bâtiment avec une note qui détermine le niveau de certification de ce dernier : « platinum », « gold », « silver »… Green Stars, pour l'Australie, s'appuie sur 8 cibles distinctes avec une notation basée sur des comparaisons.

www.breeam.co.uk | usbgc.com | gbcaus.org



4 LE RÉFÉRENTIEL JAPONAIS

CASBEE横浜

Le Japon a développé un référentiel intéressant nommé CASBEE, sa particularité étant de présenter la performance du bâtiment sous forme de ratio, avec en numérateur, le bénéfice utilisateur (confort, aménagement, fonctionnalité) et au dénominateur, la charge environnementale (mesure de l'impact).

www.ibec.or.jp/casabee

5 AUTRES RÉFÉRENTIELS INTERNATIONAUX

D'autres référentiels existent comme le Total Quality Building asssessment Tool (prix 12 000 €) en Autriche qui est à la fois très complet parce qu'il intègre 12 cibles et le coût global du bâtiment, le TGBRS-TERI Green Building en Inde, le Green Building tools au Canada.

www.e3building.net





6

L'EMPREINTE ÉCOLOGIQUE

L'empreinte écologique, développée par le WWF, est une mesure de la pression qu'exerce l'homme sur la nature. C'est un outil qui évalue la surface biologiquement productive nécessaire à une population pour répondre à sa consommation de ressources et à ses besoins d'absorption de déchets. (cf. étude de cas ci-après). Par exemple Londres a une empreinte qui représente l'équivalent de toutes les terres productives réunies de Grande-Bretagne.

www.empreinte-ecologique.com | http://www.bioregional.com



7

LE BILAN CARBONE

Le bilan carbone est une méthode de calcul, supervisée en France par l'Ademe, qui offre la possibilité à une entreprise de réaliser un bilan chiffré de ses émissions de gaz à effet de serre afin de faciliter la mise en place de mesures visant à les réduire et donc à lutter contre le réchauffement climatique. ○ L'outil, qui se présente sous format Excel, est accompagné d'un manuel d'utilisation et d'un guide méthodologique. Le coût d'un bilan carbone est évalué par l'Ademe à 3.800 € et peut être couvert à hauteur de 70% par des subventions.

www.ademe.fr

8

D'AUTRES OUTILS DE MESURE

D'autres outils de mesure (logiciels de simulation, outils d'aide au calcul...) existent : ○ Le module d'analyse environnementale Equer. ○ Ecotect, logiciel multicritère d'aide à l'optimisation de la performance environnementale du bâtiment, comprend entre autres applications : une visualisation 3D, une analyse des ombres portées et de la radiation solaire, une analyse de l'éclairement, une analyse thermique et une analyse acoustique. ○ Le logiciel Papoose permet de mesurer les impacts de la qualité environnementale du bâtiment, il mesure la consommation d'eau, d'énergie, les émissions de polluants aériens, la disponibilité de l'éclairage naturel... ○ Les outils de simulation thermiques : TRNSYS, TAS, COMFI+Pléiades, Simula. ○ Les outils de mesure du confort acoustique : Acoubat et Mithra-SIG. ○ Les simulations aérauliques : Airpack et Comis

www.izuba.fr

9

OUTILS D'ANALYSE DE CYCLE DE VIE

Les outils d'analyse de cycle de vie sont voués à connaître un essor certain dans les prochaines années, du fait de leur transversalité et leur mise en application de l'approche globale. ○ **Outils d'analyse de cycle de vie du bâtiment** : ○ Athena, base de données offrant la possibilité de comparer l'impact sur la performance du bâtiment des différents choix possibles des solutions constructives. ○ Envest, méthode d'évaluation sous forme d'eco-points, avec une note globale indiquant la performance environnementale du bâtiment. ○ Eco-quantum, outil de mesure de l'impact environnemental d'un bâtiment avec prise en compte du cycle de vie du bâtiment. ○ **Outils d'analyse de cycle de vie des matériaux.** ○ Base Inies : Les fiches de déclaration environnementales et sanitaires (FDES) ont été lancées en 2005 dans le cadre du Plan National Santé Environnement pour fournir de l'information aux fournisseurs sur les caractéristiques environnementales des différents matériaux. ○ Bees 3.0, méthode d'évaluation de l'impact environnemental d'un produit de construction, avec plus de 200 produits recensés, intégrant un zoom particulier sur les revêtements de sols.

www.inies.fr | www.bfrl.nist.gov/oae/software/bees.html

ÉTUDE DE CAS : MAGASIN NATURE & DÉCOUVERTES

Pour l'enseigne Nature & Découvertes, la mesure des impacts du magasin des Halles, effectuée avant et après la rénovation du magasin, a permis de valider un certain nombre d'innovations qui seront généralisées à tous les magasins de l'enseigne:

• Le nouvel aménagement offre la possibilité de faire évoluer le concept très facilement. Le cloisonnement des rayons, « dématérialisé » avec la suppression des murs, est assuré par le mobilier dont l'épaisseur a été réduite et le poids allégé. Ces modifications ont permis de réduire la facture de mobilier de 25% et d'obtenir un espace intérieur aéré.

• Pour l'éclairage, des lampes à faible émission de chaleur ont été sélectionnées. Elles sont plus économes (35 W au lieu de 38 W) et durent plus longtemps.

• Au sol, la lave a remplacé la terre cuite, cette dernière utilisant beaucoup d'« énergie grise » au moment de la cuisson.

Les travaux ont permis au magasin de reprendre une place de leader en termes de CA au niveau du groupe, de motiver l'équipe qui a largement adhéré au projet et de bénéficier de retombées médiatiques positives pour l'enseigne.

L'empreinte écologique du magasin a cependant révélé que l'impact majeur du magasin ne se situe pas dans le bâtiment en lui-même (construction, exploitation, fin de vie) mais majoritairement dans le transport des marchandises (60%), des clients et des salariés (30%). D'où l'importance de la localisation et de la prise en compte de l'urbanisme (cf. fiche 9).

RESSOURCES +

- « Notre empreinte écologique » de Mathis Wackernagel et William Rees, Ecosociété.
- « Towards a Climate-Friendly Built Environment », de Marilyn Brown, Frank Southworth et Therese Stovall du Laboratoire Oak Ridge National.
→ www.pewclimate.org



Nature & Découvertes (Paris, France)

EXEMPLES DE BONNES PRATIQUES

1 Afin d'évaluer l'impact environnemental du nouveau siège social de **la Banque Populaire d'Alsace**, les empreintes écologiques de l'ancien et du nouveau bâtiment ont été calculées. Les résultats de ces calculs montrent que le nouveau bâtiment a une empreinte écologique de 0,86 ha/p/an contre 1,06 ha/p/an pour l'ancien, soit une diminution de 19% environ. La diminution d'empreinte écologique atteint 33% environ si l'on raisonne en ha/m²/an. Il est aussi intéressant de noter que l'augmentation de l'empreinte écologique des trajets domicile-travail (utilisation plus importante de véhicules individuels du fait du manque de transports en communs pour le nouveau siège) représente environ la moitié de la réduction liée à la construction HQE.

2 **Cardonnel Ingénierie**, spécialisé dans les études thermiques et fluides du bâtiment, a choisi de faire de son nouveau siège social une vitrine de son savoir-faire en matière de HQE et d'efficience énergétique. Son fondateur a contribué à la mise en place de la RT 2005 en collaboration avec la Direction générale de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction (DGUHC), puis à la conception de logiciels (CHLOE, CESAR) ainsi qu'à l'élaboration de la méthode CUBE (Calcul Unifié du Bilan Energie, Environnement, Economie). Le bâtiment consomme moins de 100 kWh ep/m² et rejette moins de 10 kg de CO_2/m², pour un investissement global de 600 000 €, soit un coût du m² de l'ordre de 1000 €.

3 Dès la livraison du **collège Oberlin**, un outil de pédagogie et de retour d'expérience a été développé et mis en ligne pour présenter la performance en temps réel du bâtiment mais aussi les différents matériaux utilisés lors de la construction du bâtiment, leurs fabricants et leurs performances respectives sur les différents critères de développement durable retenus. www.oberlin.edu/ajlc

4 **Descartes +** est un projet initié par l'École Nationale des Ponts & Chaussées (ENPC), l'Epamarne et le CSTB, dont l'objectif est de tester les nouvelles technologies de l'énergie ou d'isolation. Il mettra à la disposition des acteurs du secteur du bâtiment une plate-forme pour l'expérimentation, la visualisation, la simulation et la mise en œuvre de bâtiment. Les équipes recherche et innovation de PME industrielles dans les domaines de l'isolation, du photovoltaïque, de l'air, des automatismes, mais aussi de l'informatique et de la simulation, disposeront d'un centre de ressources sur place.



Banque Populaire d'Alsace (Mulhouse, France)



5

FICHE N°5 :

RÉHABILITER UN BÂTIMENT

RÉNOVER L'EXISTANT : UNE PRIORITÉ ENVIRONNEMENTALE

Si les bâtiments neufs sont l'enjeu principal de la construction durable dans des pays comme la Chine (premier constructeur de logements au monde), le parc ancien est la priorité dans un pays comme la France. Par sa taille d'abord, puisqu'il représente une surface de 814 millions de m² dans le tertiaire et de 2 milliards de m² dans le résidentiel (soit près de 29,3 millions de logements). Par ses impacts ensuite : les bâtiments d'avant 1975 sont très énergivores et peuvent présenter un certain nombre de risques sanitaires (insalubrité, plomb, mauvaise qualité de l'air) et de sécurité des personnes (risques d'incendie). Au taux annuel de déconstruction (25 000 logements par an), le renouvellement du parc ne se fera que tous les 500 ans, ce qui est insuffisant au regard des enjeux énergétiques et climatiques des 50 prochaines années. L'intérêt du programme de réhabilitation à mettre en œuvre est à la fois économique, car cette démarche dynamise le secteur et crée de l'emploi, mais aussi réglementaire puisqu'elle permet l'anticipation, entre autres, du diagnostic de la performance énergétique des bâtiments. Dans le domaine patrimonial, la réhabilitation permet de valoriser les bâtiments - l'ARENE IdF estime à 8 €/m² le gain sur le tertiaire après un investissement d'efficacité énergétique. En matière sanitaire, la réhabilitation contribue à une meilleure qualité de vie des usagers et à lutter contre le syndrome du bâtiment malsain. Enfin, l'approche HQE dans la réhabilitation peut aussi être un bon moyen pour les porteurs de projet de se démarquer auprès d'élus soucieux de dynamiser et d'embellir les centres-villes.



CHIFFRES CLÉS +

- Dans le secteur résidentiel, la consommation énergétique moyenne consacrée au chauffage des bâtiments datant d'avant 1975 est de plus de **320 kWh/m²/an** alors que l'objectif à atteindre, d'ici à 2050, pour respecter l'engagement de la France sur les accords de Kyoto, se situe autour de **50 kWh/m²/an**.
(source : Ouvrage public et coût global, Mission Interministérielle pour la Qualité des Constructions Publiques)
- Les constructions mises en chantier en 2003 représentaient 320 000 logements et 13 millions de m² tertiaires alors que l'existant représente **30 millions de logements** et plus de **800 millions** de m² de bâtiments tertiaires. (Ouvrage public et coût global, Mission Interministérielle pour la Qualité des Constructions Publiques).
- Dans un appartement ancien de 100 m², il est possible, selon le cabinet Enertech d'économiser entre **2.500 et 3.500 €** par an après avoir changé les fenêtres et posé 15 centimètres d'épaisseur d'isolant sur les murs et le toit. (Cabinet Enertech, réunion Utopies).

QUE DIT LA LOI ?

Excepté le Programme National de Rénovation Urbaine (PNRU du 1er août 2003), qui contraint le secteur du logement social à réhabiliter 400 000 logements locatifs sociaux entre 2004 et 2011, il n'existe en termes de réhabilitation, ni cadre réglementaire spécifique, ni obligation de faire appel à des professionnels (architectes, bureaux d'études, programmistes…). Seule la mise en conformité est obligatoire lorsqu'on touche à un bâtiment existant : sécurité incendie et accessibilité pour les handicapés. A l'avenir, la réglementation thermique sur les bâtiments existants (étiquettes énergétiques des bâtiments et diagnostic de performance énergétique) devrait stimuler la prise en compte des questions d'efficacité énergétique.

Des aides de l'ANAH (Agence Nationale d'Amélioration de l'Habitat) sous forme de subventions aux propriétaires (bailleurs ou occupants) sont accordées pour les travaux améliorant la performance énergétique globale (440 M€ en 2005 et 132 000 logements réhabilités).

Des aides de l'ADEME sont également envisageables pour les maîtres d'ouvrage en phase de prise de décision (étude de faisabilité, diagnostic) et de réalisation d'opérations (travaux permettant de réduire les consommations énergétiques).

L'aide des régions, très variable, est fonction des orientations politiques (énergie, rénovation, etc.), des conditions climatiques et du patrimoine culturel de la région. En matière de logement social, **les subventions** sont conditionnées par l'obtention de la certification Habitat & Environnement.

1 ÉTABLIR UN DIAGNOSTIC AMONT

Dans le cas d'une réhabilitation, **le diagnostic en amont** est indispensable dans un premier temps pour identifier les contraintes liées au bâtiment existant (emplacement, orientation, structure) puis pour prendre en compte et hiérarchiser les cibles HQE possibles et prioritaires. **Une étude de faisabilité** complémentaire aidera à choisir entre les deux options que sont la réhabilitation ou la déconstruction-reconstruction. Le tableau ci-dessous donne certaines pistes pour aider le maître d'ouvrage à effectuer son arbitrage en amont entre la démolition et la rénovation d'un site existant.

TABLEAU D'AIDE À LA DÉCISION POUR UN BÂTIMENT EN FIN DE VIE :

CRITÈRES	DÉMOLITION RECOMMANDÉE	RÉNOVATION RECOMMANDÉE SOUS RÉSERVE	RÉNOVATION RECOMMANDÉE
	ASPECTS SOCIAUX		
Climat social	Problématique	Moyen	Bon
Satisfaction des occupants	Faible	Moyenne	Bonne
	ASPECTS DE PLANIFICATION URBAINE		
Développement du quartier	Densité trop forte ou trop faible	Densité moyenne	Densité optimale
Connexion au réseau de transport public	Insatisfaisante	Moyenne	Adéquate ou planifiée
Infrastructures pour la vie quotidienne	Insatisfaisantes	Moyennes	Adéquates ou planifiées
	ARCHITECTURE		
Qualité Esthétique	Insatisfaisante	Insignifiante	Bonne qualité, fonctionnelle
Flexibilité du design et de la structure du bâtiment	Inflexible, changement impossible	Changement possible à un coût élevé	Flexible, changement facilement envisageable
	DÉFECTUOSITÉ / DOMMAGES		
Ventilation	Mise aux normes thermiques impossibles	Mise aux normes possible à un coût élevé	Mise aux normes possible
Insonorisation	Mauvaise	Moyenne ou mauvaise, mais peut être améliorée à un coût élevé	Bonne ou moyenne/mauvaise mais peut-être améliorée
État des matériaux de construction	Mauvais	Moyen	Bon
Humidité, présence de nappes d'eau souterraines	Problématique	Moyen	Non problématique
Isolation thermique	Mauvaise	Mauvaise mais peut être améliorée	Moyenne mais peut être améliorée
Espace pour les places de stationnement	Pas de place	Possibilité de récupérer de l'espace à un coût élevé	Possibilité de récupérer de l'espace
Qualité de l'environnement vivant	Mauvais	Moyen ou mauvais, mais peut être amélioré à un coût élevé	Bon ou moyen/mauvais mais peut-être amélioré
	COÛTS		
Coût d'acquisition/ d'expropriation	Bas ou inexistant	Moyens	Élevés
Coûts de démolition	Bas	Moyens	Élevés
Coûts du relogement des occupants durant la rénovation	Élevés	Moyens	Bas ou inexistant
Coût de rénovation	Élevés	Moyens	Bas ou inexistant

(source : réseau autrichien E3building)

2 RESPECTER L'ENVIRONNEMENT PROCHE DU BÂTIMENT

Si l'option « réhabilitation » en zones habitées est choisie, privilégier un chantier « vert » pour minimiser les nuisances vis-à-vis des riverains.

Photo : Chantier vert.



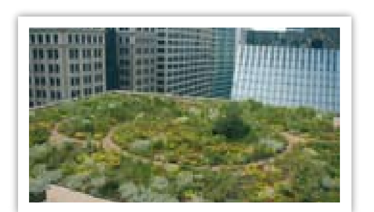
3 ÊTRE EXIGEANT EN MATIÈRE DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

Un chantier permettant au bâtiment d'atteindre en une seule fois des consommations de chauffage de 50 kWh/m^2/an est bien plus profitable que plusieurs opérations successives pour arriver au même résultat. La pénurie de main d'œuvre dans le bâtiment ne cessant de s'accentuer, il est souhaitable de capitaliser sur le chantier programmé pour atteindre des objectifs ambitieux. ○ D'après le cabinet Enertech, les conditions suivantes permettent d'atteindre ce résultat : ○ Épaisseur d'isolant : Murs, planchers bas : environ 15 cm de laines minérales | Combles : environ 30 cm de laines minérales | Rampants : environ 15 cm de laines minérales, ou 3 cm d'isolant sous vide | Menuiseries : Bois avec châssis non renforcé et Triple vitrage peu émissif avec argon. ○ Équipements : Ventilation double flux avec échangeur (= 70%) | Chaudière gaz à condensation ou pompe à chaleur sur air extrait. ○ Ces évolutions dans les pratiques nécessitent cependant une généralisation et une meilleure connaissance de techniques encore onéreuses et insuffisamment développées en France, comme par exemple les châssis-bois non renforcés pour triple vitrage peu émissif à lame d'argon.

4 NE PAS NÉGLIGER LA VENTILATION

Une vigilance particulière s'impose sur l'efficacité de la ventilation pour préserver un air intérieur de qualité, favorable à la productivité et au bien-être des occupants (cf. fiche 10). Les entrées d'air se font dans les pièces principales et l'extraction doit se faire dans les pièces de services et les pièces d'eaux.

5 PRIVILÉGIER LES MATÉRIAUX DURABLES



L'impact des matériaux sur la qualité de l'air intérieur est important : privilégiez les matériaux sains (cf. fiche 10). En matière de bois, choisissez des essences dont l'exploitation et le renouvellement sont contrôlés (label FSC, PEFC) ou des bois massifs régionaux.

Photo : Chicago Center for Green Technology (Chicago, USA).
fsc.org | pefc-france.org

6 SENSIBILISER LES OCCUPANTS À LA BONNE UTILISATION DU NOUVEAU BÂTIMENT

Si les occupants du bâtiment ne changent pas, il est essentiel d'accompagner la conduite du changement en les sensibilisant à la bonne utilisation du nouveau bâtiment et en mettant en place des outils pour faire évoluer leurs comportements.

RESSOURCES +

- Fiche 28 « Construction et rénovation » de l'agenda 21 de Genève.
→ www.geneve.ch
- « Amélioration énergétique des bâtiments existants : les bonnes solutions » publié en collaboration entre la FFB et l'Ademe.
- « Green Remodeling, Changing the World One Room at a Time » de David Johnston et Kim Master, publié par New Society Publishers.
→ www.newsociety.com





40 Albert Road (Melbourne, Australie)



Chicago Center for Green Technology (Chicago, USA)



La Maison des Diocésaines (Châlons en Champagne, France)

EXEMPLES DE BONNES PRATIQUES

1 **Szencorp group**, bureau d'étude spécialisé en maîtrise de l'énergie, a entrepris en 2003 des travaux de rénovation « écologiques » d'un immeuble de bureaux datant de 1987, le 40 Albert Road. Ce bâtiment de 1200 m^2 a reçu de la part du Green Building Council Australia six étoiles (note maximale), venant confirmer son caractère exemplaire. De nombreuses informations sur les choix technologiques et les dispositions écologiques mis en œuvre lors de cette réhabilitation sont disponibles sur leur site Internet.
www.ourgreenoffice.com

2 **Chicago Center for green Technology** : Ce bâtiment datant des années 50 a été rénové de manière exemplaire (énergie renouvelable, toiture végétalisée, matériaux recyclés, collecte des eaux de pluie, etc.). C'est aujourd'hui un centre de ressources pour la promotion de la construction écologique.
www.cityofchicago.org

3 **A Klosterenga** en Norvège, 35 habitations ont été rénovées en 1999 en adoptant des critères environnementaux : sur-isolation en façade Nord, façade vitrée double peau au Sud, traitements des eaux usées sur le site par des plantes, contrôle individuel des consommations, matériaux sains, chauffe-eau solaire, toiture végétalisée, parking souterrain, etc.).

4 Le **Grand projet de ville à Mulhouse** est une action de rénovation et d'embellissement de l'habitat situé dans les anciens quartiers de la ville (Franklin-Fridolin, Vauban-Neppert, Briand-Cité et Nordfeld-Bâle) - opérations portant sur 2000 logements anciens, sur l'amélioration des équipements publics, et le soutien au commerce et à l'artisanat.
www.mulhouse.fr

5 **Opération « Lille Soleil Intérieur »**: en échange de la cession de terrains - à prix symbolique - par la communauté urbaine, la société « Maisons en ville », formée autour de dix promoteurs, s'est engagée à faire appel à un concours d'architecte, suivre un cahier des charges environnemental, s'aligner sur les prix du bâti et réserver une part de l'habitat au secteur social.

6 **La maison diocésaine « Odette Prévost »** , maison des associations ouverte sur la ville et communicante, est une bâtisse du XIXème siècle qui a été entièrement rénovée en se basant sur une réflexion globale intégrant les critères de la Haute Qualité Environnementale (HQE). Ce bâtiment d'une surface de 1720 m^2 (SHON) a été réhabilité avec des aides de l'ADEME et du Conseil Régional Champagne-Ardenne pour un coût de l'ordre de 813 €/m^2.

7 **Le siège social du National Geographic**, localisé en plein centre de Washington, a été le premier projet a recevoir en 2003 la certification LEED, niveau argent, pour la rénovation de 4 bâtiments reliés entre eux et construits entre 1900 et 1983. Grâce à l'augmentation de la valeur du bâtiment sur le marché , chaque dollar investi dans l'opération lui a rapporté 4 $. A cela s'ajoute les économies d'énergie et de fonctionnement, la satisfaction des employés en forte hausse et le bénéfice de réputation pour l'organisation, difficilement chiffrable mais réel.



6



FICHE N°6 :

ÉNERGIE : CONSOMMER MOINS

VERS LA SOBRIÉTÉ ET L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS

Dès lors qu'on adopte une approche en coût global (cf. fiche 2), les frais d'exploitation liés à la consommation énergétique des bâtiments (chauffage, climatisation) ont un poids significatif dans le budget total. Les problématiques liées à l'impact global des bâtiments sur l'environnement sont par ailleurs préoccupantes (cf. fiche 4). Comment faire face conjointement à la crise énergétique et environnementale qui se profile et à l'exigence de confort des usagers ? Face au besoin en énergie, deux approches sont possibles : la démarche classique qui consiste à produire plus d'énergie ou bien la volonté de mieux utiliser l'énergie. Les gisements d'énergie ne sont pas seulement en Arabie Saoudite ou au Kazakhstan : la France a une marge d'approvisionnement confortable et négligée à travers la sobriété - en réduisant le gaspillage lié aux comportements individuels et à l'organisation collective, en évitant par exemple de surchauffer les logements collectifs ou les salles de réunion - l'efficacité - en augmentant le rendement énergétique de nos équipements et moyens de production - et enfin les énergies renouvelables - en les substituant aux énergies fossiles ou fissiles. Si les bâtiments à énergie positive (cf. fiche 7) sont enthousiasmants, la réhabilitation du parc existant reste prioritaire (cf. fiche 5) compte tenu du gaspillage énergétique courant dans les bâtiments anciens, qui ne sont pas correctement isolés. Pour les nouvelles constructions, il est impératif d'optimiser les consommations en respectant dès l'amont des règles simples en matière d'orientation, d'enveloppe et d'isolation du bâtiment. Le changement à grande échelle passera par le développement de nouveaux outils incitatifs (produits financiers, COS avantageux (cf. fiche 2), l'amélioration de l'offre de produits et services professionnels orientée efficacité énergétique, et enfin la mise en place des solutions concrètes, pour « mieux consommer » mais aussi tout simplement « moins consommer ».

CHIFFRES CLÉS +

- Le coût des actions à mettre en œuvre pour lutter contre le changement climatique (**1% du PIB mondial /an**) est inférieur au coût des dommages qu'il engendrerait (entre **5 et 20% du PIB mondial/an**). *(souce : Stern Review, 2005)*
- En 2050, si rien n'est fait, les consommations d'énergie et les émissions de GES dans le monde auront augmenté de **69%**. *(source : rapport de l'A.I.E.)*
- Dans les bâtiments neufs, en France, la consommation moyenne pour le chauffage est de **180 à 200 kWh/m²/an** alors qu'on peut construire à **20 kWh/m²/an**. *(source : collectif « Isolons la terre »)*
- Le label suisse Minergie est attribué à des bâtiments dont la consommation énergétique (en énergie utile) ne dépasse pas **42 kWh/m²/an** et Minergie P, des consommations de **30 kWh/m²/an**.
→ www.minergie.ch

QUE DIT LA LOI ?

Le diagnostic de la performance énergétique d'un bâtiment sera obligatoire en novembre 2006 pour la vente et en juillet 2007 pour la location (cf. étiquette énergie fiche 4).
Plateforme Européenne sur la Directive Performance Energétique du Bâtiment : buildingsplatform.
→ org/cms/?id=44
Site du ministère de la cohésion sociale, de l'emploi et du logement :
→ www.logement.gouv.fr

La RT 2005 :
- Les nouveaux modes de calcul utilisent les kWh ep (énergie primaire) par m².
- Les calculs de consommation intègrent non seulement le chauffage, la ventilation, l'eau chaude sanitaire mais aussi l'éclairage résidentiel et le refroidissement.
- Un maximum absolu de consommation en kWh/m², variable en fonction du type et de la situation géographique (3 zones climatiques), ne doit pas être dépassé pour les logements. Ainsi, si la climatisation s'avère indispensable, il faudra compenser cet « excès » énergétique, en isolant mieux ou en utilisant les énergies renouvelables.

Les labels « Haute Performance énergétique » et « Très Haute Perfromance Energétique » sont attribués pour des constructions dont les consommations conventionnelles sont respectivement inférieures de 10% et 20% aux consommations de référence.

Un marché des certificats blancs d'économie d'énergie pour les acteurs énergétiques est entré en vigueur le 1er juillet 2006 avec l'obligation pour les fournisseurs d'énergie (les obligés) de faire réaliser des économies d'énergie à leurs clients à hauteur de 54 TWh sur une durée de trois ans. S'ils n'ont pas réalisé les économies prévues après 3 ans, ils devront s'acquitter d'une pénalité s'élevant à 2 centimes d'euros par kWh non économisé. Les « obligés » ont également la possibilité de racheter des certificats d'économie d'énergie à des entreprises ayant obtenu des certificats (toute opération supérieure à 1GWh est éligible pour l'obtention de certificats d'économie d'énergie).

Des aides de l'ANAH (75 M€) **et de l'ADEME** (9 M€) pour des travaux à haute performance énergétique sont possibles. L'ADEME subventionne également des études énergétiques, le contrôle et le suivi des performances des équipements, ainsi que des initiatives d'information et de sensibilisation des consommateurs.

MAÎTRE D'OUVRAGE : 9 PISTES D'ACTIONS POUR LIMITER LES BESOINS ET LES DÉPERDITIONS…

1 ADOPTER UNE FORME COMPACTE

Minimiser l'enveloppe extérieure en contact avec l'air froid ou chaud est plus efficace qu'avoir recours à une multitude de solutions techniques.



Photo : Rockwool (Hedehusene, Danemark).

2 ISOLER DE MANIÈRE TRÈS PERFORMANTE

Veiller à la bonne étanchéité de l'enveloppe du bâtiment. Isoler par l'extérieur et créer des zones tampons. Orienter le design de manière à supprimer les ponts thermiques (ex : désolidariser les balcons de la structure principale) ou bien les limiter en utilisant des rupteurs thermiques. Les jonctions (entre les planchers, les toitures, les murs, etc.) représentent **40% des déperditions de chaleur** et sont un axe prioritaire des réglementations thermiques. Renforcer l'isolation de l'enveloppe. Isoler les parois opaques et utiliser les vitrages performants. Limiter les déperditions au niveau des réseaux de distribution (isolation des tuyauteries et du cumulus, limitation des distances entre le ballon d'eau chaude et la salle de bain ce qui permet de réduire les pertes en ligne, etc.).

3 ADAPTER L'INERTIE THERMIQUE DU BÂTIMENT À L'USAGE PRÉVU DES LOCAUX

L'inertie thermique est la capacité d'un matériau à stoker l'énergie (chaleur et fraîcheur), traduite par sa capacité thermique. Plus l'inertie est élevée et plus le matériau restitue des quantités importantes de chaleur (ou de fraîcheur), en décalage par rapport aux variations thermiques extérieures. Une forte inertie thermique permettra d'atténuer les variations des pointes de température et certains matériaux disposant de masses thermiques fortes contribuent à renforcer cet effet d'inertie : béton, pierre, terre, briques monomur… **Les matériaux à changement de phase** (MCP), encore peu répandus, permettent d'aider à réguler les températures à l'intérieur du bâtiment, ils changent d'état en fonction de la température à l'extérieur du bâtiment. Ils se liquéfient en cas de forte chaleur pour l'absorber et ainsi réduire la température des pièces, à l'inverse ils dégagent de la chaleur lorsque la température baisse pour réchauffer l'intérieur du bâtiment.

4 OPTIMISER LES RENOUVELLEMENTS D'AIR DANS LE BÂTIMENT



En cas d'isolation renforcée, il est nécessaire de veiller tout particulièrement à préserver la qualité sanitaire de l'air (cible#13 pour la HQE) : **Capteurs (ou sonde) de CO_2** permettant de ventiler uniquement quand c'est nécessaire. **Ventilation Naturelle Assistée Contrôlée (VNAC)** grâce à des « courants d'air » induits par la forme des pièces ou provoquée par des systèmes basés sur les ENR. **Systèmes de ventilation double flux avec récupération de chaleur** (l'air entrant est chauffé par l'air sortant). **Veiller au bon positionnement des bouches d'entrées et de sorties d'air**. **Veiller à l'obtention de débits de renouvellement d'air suffisant**.

Photo : Contact Theatre (Manchester, GB).

5 DIMINUER AUSSI LES BESOINS EN ÉNERGIE GRISE

L'approche globale considérant les impacts tout au long du cycle de vie du bâtiment suppose aussi d'être vigilant sur l'utilisation d'énergie grise, « cachée » dans les produits et process mis en œuvre sur le bâtiment : **Matériaux de construction** dont la production et la mise en œuvre nécessitent peu d'énergie. **Installations techniques performantes** et faciles à utiliser (cogénération, chaudière à condensation, solaire thermique…). **Équipements et appareils électriques économes** en énergie (classe A+, ampoules basse consommation ou LED). **Privilégier les matériaux locaux pour minimiser l'impact du transport**.



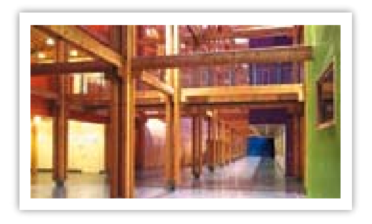
6 IMPLANTER LE BÂTIMENT DANS LE TISSU URBAIN

Privilégier un emplacement mitoyen d'un autre bâtiment et proche de toute commodité (cf. fiche 9) pour profiter ainsi des échanges de chaleur entre bâtiments. Il est plus efficace énergétiquement de réhabiliter un bâtiment en centre-ville que de réaliser un bâtiment exemplaire isolé et éloigné de ses usagers.



Photo : Jubilee Campus (Nottingham, GB).

7 CRÉER DES ZONES TAMPON



Entre les parties chauffées et l'extérieur, l'air de ces zones de transition est réchauffé naturellement par les apports solaires passifs en hiver (baies vitrées par exemple) et constitue un puits d'air neuf préchauffé pour les locaux d'activité.

Photo : Collège Guy Dolmaire (Mirecourt, France).

8 ORIENTER CORRECTEMENT LE BÂTIMENT EN SE PROTÉGEANT DU SOLEIL EN ÉTÉ

Différentes solutions techniques sont possibles en fonction de l'ensoleillement, du climat, des masques proches et lointains (ombres portées par des bâtiments voisins, végétation existante), ainsi que des apports internes (présence de machines, concentration de personnes) et des contraintes fonctionnelles : ○ **Baies vitrées au sud** pour optimiser l'apport de lumière naturelle et **pièces de services concentrées au Nord** avec Protections solaires et/ou Ventilation naturelle pour un bon confort d'été. ○ **Ouvertures dimensionnées** en fonction de l'exposition. ○ **Débords**, **auvents**, **persiennes**, **brise-soleil ou film sérigraphié** dimensionnées pour protéger du rayonnement direct quand le soleil est haut en été, et pour laisser passer la lumière en hiver quand le soleil est bas. ○ **Plan d'eau** pour apporter de la fraîcheur en été et réguler le débit de fuite de la parcelle en cas de fortes précipitations (cf. fiche 8). ○ **Murs ou barrières végétalisés** avec des feuilles caduques (vignes, etc.) pour laisser passer la lumière en hiver et protéger du rayonnement solaire en été, toitures végétalisées (cf. fiche 8). ○ **Façade double peau** ou rideau avec protection solaire intégrée, type façade respirante.

Photo : Mont Cenis (Herne, Allemagne).

9 PROFITER AU MAXIMUM DE LA LUMIÈRE NATURELLE



La lumière du soleil fournit un environnement intérieur plus favorable aux occupants des lieux car elle a des fonctions régulatrices de l'organisme (cf. fiche 10). Pour une bonne exposition à la lumière naturelle dans les pièces mal exposées ou sans fenêtres, plusieurs procédés existent : ○ **Augmentation des surfaces vitrées** qui doit parfois s'accompagner d'un renforcement de l'isolation acoustique, pour ne pas avoir de résonance et éviter que l'efficacité énergétique ne se fasse au détriment de la santé et du confort des occupants (cf. fiche 10): ○ **Puits de lumière**, type Solarspot, Solatube, ou Miracle de Skylight, composés d'un capteur avec un dispositif optique, d'un tuyau réfléchissant et d'un diffuseur qui transporte la lumière du jour dans les pièces peu éclairées ou totalement sombres. ○ **Plafonds réfléchissants**.

Photo : Solarspot.

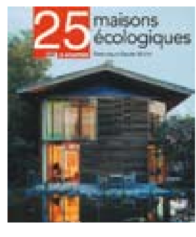
RESSOURCES +

- « La vie après le pétrole, de la pénurie aux énergies nouvelles » de Jean-Luc Wingert, éditions Autrement.
- « Pétrole Apocalypse » de Yves Cochet, éditions Fayard.
- « 25 maisons écologiques » de Dominique Gauzin-Müller, éditions Le Moniteur.
- « L'isolation écologique » de Jean-Pierre Oliva, éditions Terre Vivante.
- La Maison des (Néga)watts de Thierry Salomon et Stéphane Bedel, éditions Terre vivante.
- « Eco-conception des bâtiments » de Bruno Peuportier, éditions des Presses de l'école des Mines de Paris.
- « Le Traité d'architecture et d'urbanisme bioclimatiques » de Alain Liébard et André de Herde, éditions Observ'ER.



Campagne du collectif Isolons la Terre contre le CO2





LABELS ET CERTIFICATIONS +

- **France** : Le label Effinergie sera lancé en 2007 pour les bâtiments « haute performance énergétique » et « très haute performance énergétique » et permettra à terme une majoration du loyer et/ou de l'assiette de subvention.

Ce label est à l'initiative de l'association « Effinergie », créée par des industriels de la construction, des collectivités locales et des banques pour la promotion de bâtiments super-économes en énergie en France .

- **Allemagne** : Le label **Habitat à basse énergie** a été encouragé dans un premier temps par une politique volontariste - les régions l'exigeaient comme pré-requis pour obtenir des subventions - et par des surcoûts faibles, de **3 à 5%**, compensés par une réduction **des dépenses de fonctionnement de 25 à 30% par an**. Les exigences du label Habitat à basse énergie ont ensuite été généralisées par la nouvelle réglementation thermique de 2002.

Aujourd'hui un autre label privé, **Habitat Passif**, va encore plus loin : il implique un sur-investissement initial évalué entre **6 et 8%** (1009 €/m² pour 130 m²), mais permet une **consommation d'énergie inférieure d'environ 85%** aux standards actuels.

www.constructiondurable.com

EXEMPLES DE BONNES PRATIQUES

1 Au sein du **Collège Guy Dolmaire**, à Mirecourt, les salles de cours sont séparées de l'enveloppe extérieure par une zone « tampon », sous forme de couloir qui sert de vestiaires et de zone d'exposition. Le réchauffement de l'air de l'espace tampon, par le rayonnement solaire sur la baie vitrée orientée au Sud, permet une diminution de l'apport de chaleur nécessaire dans les locaux d'activité. Un simple complément de chauffage est apporté dans les salles de cours par une chaudière principale à bois, avec Gestion Technique Centralisée.

2 Au Zimbabwe en Afrique, la compacité et la forme de **l'Eastgate**, ainsi que les zones tampons et le choix judicieux des matériaux utilisés ont permis de ne pas recourir à la climatisation.

3 La région du **Vorarlberg** en Autriche a développé depuis 1980 une architecture de qualité s'appuyant sur la filière bois locale et conjuguant esthétique contemporaine, technologie et écologie : puits canadien pour l'hiver et l'été, chaudière collective à bois, système de ventilation double flux avec récupérateur haut rendement, triple vitrage, isolation des parois 30 cm et toiture 40 cm.

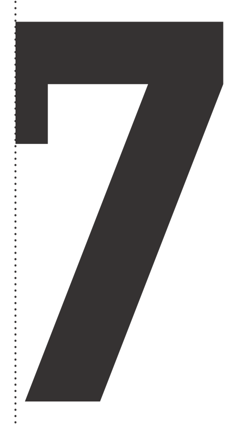
4 Lancée en 2003, la campagne **Display** invite les municipalités européennes à s'engager volontairement dans l'affichage des performances énergétiques et environnementales de ses bâtiments publics, en utilisant le modèle de l'étiquette des appareils électroménagers pour anticiper les réglementations à venir.
www.display-campaign.org

5 **Le collectif « Isolons la Terre contre le CO_2 »** réunit une dizaine d'industriels souhaitant faire connaître et diffuser les solutions performantes qu'ils ont développées pour améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments : Aldes, BPB Placo, Efisol, Eurocoustic, Isover, Knaufinsulation, Kp1, Lafarge, St Gobain, Ursa. Le collectif mène notamment des campagnes de lobbying visant à sensibiliser les leaders d'opinion de la nécessité d'un plan ambitieux pour les bâtiments existants et à informer le grand public sur les enjeux du réchauffement de la planète. Le collectif est soutenu par des ONG comme le WWF France ou la Fondation Nicolas Hulot.
www.isolonslaterre.org

ÉTUDE DE CAS : CEPEZED

L'immeuble de bureaux conçu par l'agence Cepezed à Delft (Hollande), construit en 6 mois avec un budget très serré (640 € le m²), évite l'effet de masse habituellement adopté pour privilégier la légèreté, la faible inertie thermique et la compacité de la structure, avec des économies d'énergie de 70% par rapport à la moyenne du secteur. Le chauffage des locaux est assuré par l'éclairage, le parc informatique et les personnes qui occupent les lieux. Une résistance électrique de 10 kW, noyée dans le plancher, fournit un appoint, pour préchauffer le bâtiment le matin avant l'arrivée des utilisateurs ou pour parer à un coup de froid.
En été, le rafraîchissement du bâtiment s'effectue naturellement par l'ouverture des fenêtres.
Pour protéger les bureaux du bruit de l'avenue et des courants d'air, un paravent de verre trempé double la façade principale en avancée.
Ponctué de pastilles émaillées, il limite aussi les apports solaires.





FICHE N°7 :

ÉNERGIE : CONSOMMER MIEUX

VERS DES BÂTIMENTS À ÉNERGIE POSITIVE

Certes, l'énergie la moins chère est celle qui n'est pas consommée. Mais pour aller plus loin dans la performance énergétique, une fois les consommations maîtrisées, il est possible de réaliser des bâtiments à énergie positive. Plus performant que les bâtiments dits « passifs », ces constructions à énergie positive produisent plus d'énergie qu'elles n'en consomment, et utilisent pour cela les ressources renouvelables disponibles localement (géothermie, bois, vent, soleil, etc.). Aujourd'hui la France a pris du retard sur le sujet des ENR par rapport à ses voisins - comme l'Allemagne qui connaît un certain démarrage industriel de plusieurs filières (sauf sur l'hydraulique). À titre d'exemple, la puissance totale éolienne installée en France atteint 918 MW en 2006 contre plus de 10 000 MW et 4000 MW respectivement en Allemagne et Espagne en 2002. Un changement de nos habitudes de consommation énergétique aurait comme avantage de renforcer notre indépendance énergétique et notre sécurité d'approvisionnement sur le long terme, de permettre un développement plus équilibré dans un monde plus sûr (fin d'un comportement « prédateur » du sous-sol des autres) mais aussi de moderniser le secteur de la construction (R&D, innovation), tout en créant plusieurs milliers d'emplois non-délocalisables grâce aux possibilités de développements industriels. ■



CHIFFRES CLÉS +

- **85%** de l'énergie que nous consommons dans le monde provient d'une énergie de stock issue de combustibles fossiles contre seulement **8% d'énergie de flux**. *(source : chiffres 2000, cités sur manicore.com)*
- D'après le collectif Isolons la Terre, un plan sur 40 ans portant la consommation à **50 kWh/m²/an sur 400 000** logements existants permettrait la création de **100.000** emplois pérennes dans le secteur du bâtiment.
- Le tarif d'achat de l'électricité produite par les installations solaires photovoltaïques est passé de **155 €/MWh à 305 €/MWh** en 2006 pour l'habitat collectif et le tertiaire. *(souce : lettre n°9, février 2006 du syndicat des énergies renouvelables)*

QUE DIT LA LOI ?

■ **Des crédits d'impôts** pouvant aller jusqu'à 50% sont accordés aux particuliers pour les équipements de production d'énergie renouvelable et les pompes à chaleur.

■ La loi du 13 juillet 2005 encourage les énergies renouvelables dans l'immobilier collectif et le tertiaire : **une majoration du COS** (coefficient d'occupation des sols) de 20% est prévue pour les bâtiments utilisant des énergies renouvelables et des systèmes performants, ainsi qu'une recommandation sur le solaire dans les plans locaux d'urbanisme et des études de faisabilité « énergies renouvelables » pour les grands bâtiments neufs ou à rénover.

■ La mise en œuvre des **certificats d'économie d'énergie** imposera aux fournisseurs d'énergie un quota d'économie d'énergie, fixé par décret, à réaliser au sein de leur entreprise ou chez leur client.

■ En Espagne, le nouveau « code technique de la construction » prévoit l'installation d'un chauffe-eau solaire sur toutes les nouvelles constructions.

3 RÈGLES D'OR

1 Raisonner localement
Privilégier les énergies durables disponibles localement : le bois si le bâtiment est proche d'une source d'approvisionnement, l'éolien et le solaire si la région est bien ensoleillée ou venteuse.

2 Promouvoir l'innovation
Quand une entreprise fait appel à des approches et des technologies d'avant-garde sur de nouveaux bâtiments, elle contribue à banaliser ces équipements - donc à les rendre plus accessibles à long terme - et à sensibiliser les usagers à l'utilisation de ces technologies. Ces choix visibles permettent à l'entreprise de communiquer facilement.

3 Prévenir l'effet rebond
Des équipements efficaces entraînent parfois une modification du comportement des usagers (ex : une hausse de consommation de l'eau chaude) appelée effet rebond, qu'il faut prévenir. L'éducation des occupants est essentielle pour une meilleure utilisation des équipements énergétiques. Les retours d'expérience en matière d'habitat passif font apparaître que le comportement des usagers fait varier les consommations de 5 à 26 kWh/m²/an (Vs un objectif de 15 kWh/m²/an).

MAÎTRE D'OUVRAGE : QUELQUES TECHNIQUES PERFORMANTES...

1 GESTION TECHNIQUE CENTRALISÉE (GTC)

La GTC est un système qui permet l'optimisation des fonctionnements techniques et le suivi des consommations par automatisation. Elle peut gérer un grand nombre de paramètres et de fonctions différentes, à partir de données enregistrées par des capteurs disposés dans le bâtiment : le démarrage et l'arrêt des équipements (chaud, froid, ventilation, éclairage, etc.), la détection des fuites, la maintenance, la consommation, etc.

2 PANNEAUX SOLAIRES THERMIQUES POUR LE CHAUFFAGE ET POUR L'EAU CHAUDE SANITAIRE (ECS)

Les rayons du soleil sont transformés en chaleur par les capteurs, ce qui suffit au préchauffage de l'eau sanitaire, même les jours de faible ensoleillement (à ne pas confondre avec le solaire photovoltaïque, réservé à la production d'énergie électrique). Un panneau solaire thermique récupère environ 60% de l'énergie solaire incidente, soit 3 fois plus qu'un panneau photovoltaïque, et permet de couvrir 25 à 66% des besoins d'un foyer, selon la région (source ADEME). Pour les particuliers, un investissement subventionné à 50% (par le crédit d'impôt et les aides du conseil régional, qui assurent la rentabilité du système) générant une économie de 50% a une durée d'amortissement inférieure à la durée de vie du système. Dans le collectif, les temps de retour sont plus brefs (source EDF). Pour mémoire, la consommation d'énergie liée au « confort thermique » est de l'ordre de 30% de la consommation totale d'énergie en France (habitations et tertiaires).

www.manicore.com | www.ademe.fr

3 POMPES À CHALEUR ET GÉOTHERMIE

Le chauffage par géothermie consiste à capter l'énergie dans le sol, puis de la transformer en chaleur utilisable dans le bâtiment par l'intermédiaire d'un générateur. La géothermie représente l'un des procédés les plus performants puisqu'il permet d'obtenir des COP (Coefficient de performance) de 3 à 4 (à titre de comparaison une chaudière à gaz possède un rendement de 0,95).

Photo : MEC (Montréal, Canada).
Guide de l'Ademe | www.avenir-energie.com | www.france-geothermie.com

4 COGÉNÉRATEURS

La cogénération est une technique qui permet de produire simultanément, à partir d'un combustible, le gaz naturel par exemple, de la chaleur et de l'électricité avec un rendement global beaucoup plus élevé que celui résultant de productions séparées.

5 BOIS-ÉNERGIE

L'utilisation du bois comme combustible pour les appareils de chauffages permet de limiter les émissions de gaz à effet de serre (la quantité de CO_2 émise pendant la combustion étant la même que celle absorbée par la plante pendant sa croissance), d'accroître notre indépendance énergétique (car les forêts françaises sont aujourd'hui sous-exploitées), et de soutenir l'emploi local dans les régions productrices. Les combustibles bois disponibles peuvent être la plaquette forestière (pour les chaufferies), la bûche (foyers, inserts et poêles), les granulés bois (poêles, chaufferies, etc.), et les briquettes ou bûchettes reconstituées, mais aussi les déchets de scierie et d'élagage des haies (sciure, copeaux, broyas). Le label de qualité Flamme Verte promeut les appareils les plus performants qui proposent un rendement minimum de 65% et la maîtrise des émissions polluantes. L'ADEME soutient financièrement le développement de cette filière.



www.flammeverte.com

6 SOLAIRE PHOTO-VOLTAÏQUE

Les cellules photovoltaïques sont intégrables à la structure même du bâtiment (murs, toits, tuiles, etc.) pour produire de l'électricité. Les professionnels, avec l'aide de l'ADEME, ont mis en place, dès 1999, un réseau d'installateurs agréés Qualisol. Début 2005, 6 449 entreprises faisaient partie du réseau.



Photo : The Terrace/ The Solaire (New York, USA).

7 EOLIEN

L'énergie valorisée du vent, non stockable, doit être utilisée directement ou revendue au distributeur et renvoyée vers le réseau. Une éolienne classique nécessite une vitesse de vent minimale de 5 m/s mais à l'échelle d'un bâtiment, de plus petites éoliennes, horizontales ou verticales, peuvent être intégrées à la structure.



Photo : Eolienne horizontale (Equihen-Plage, France).

8 BIOGAZ

La fermentation des déchets ménagers, des effluents agricoles et industriels et des boues produites dans les stations d'épuration produit un biogaz qui peut être transformé en chaleur ou en électricité. En France, il pourrait remplacer 10% du gaz naturel consommé (source DGM). La méthanisation, procédé de dégradation de la matière organique par une flore microbiologique en l'absence d'oxygène, est compétitive par rapport au compostage, pour des tonnages supérieurs à 20.000 t/an.

www.ordif.com/traitement/metha

9 PILE À COMBUSTIBLE

Autonome et peu polluante, la pile à combustible permet de produire de l'énergie sur le site où elle est utilisée. Ce générateur convertit directement l'énergie d'un combustible (hydrogène pur ou hydrocarbure) en électricité et en chaleur, en utilisant un procédé électrochimique, qui consiste en la réaction inverse de l'électrolyse de l'eau. Ses rendements électrique et thermique sont élevés et ses sous-produits très peu polluants. Encore à l'état de prototype, son coût reste élevé, mais son développement s'accélère.

10 RÉSEAU DE CHALEUR

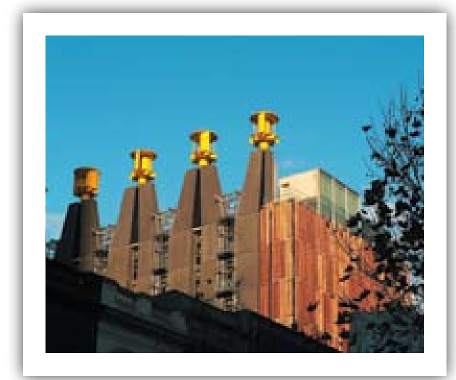
Raisonner au niveau macroscopique : chaufferie collective pour un quartier, pour un ensemble de bâtiment scolaire, etc.

ÉTUDE DE CAS : ENTREPÔT LR SERVICES

Dédiée à l'approvisionnement des 167 restaurants McDonald's du nord de la France, la nouvelle plateforme de distribution de LR Services de 9300 m² située à Beauvais doit assurer la sécurité des denrées alimentaires grâce à des livraisons en tri-température, frais, sec et surgelé. L'installation innovante de production de froid est dotée d'un système de compression à l'ammoniaque NH_3 et d'une distribution avec du CO_2, sans gaz de type CFC ou HFC. La durée de vie de cette installation est trois fois supérieure à celle d'un système classique. En terme de bilan énergétique, elle consomme deux fois moins d'énergie, soit 292 kW au lieu de 620 kW. Le système intégré de récupération de la chaleur rejetée par le condenseur permet, selon la saison, de maintenir un hors-gel à + 7°C et un maximum de + 25°C par rafraîchissement dans l'entrepôt sec. Son pilotage par une Gestion Technique Centralisée (GTC) assure la régulation thermique et le délestage, afin d'optimiser les économies d'énergie et le confort des exploitants.

CERTIFICATION +

Le label « HPE Energies renouvelables » et « THPE Energies renouvelables » s'appliqueront à terme à des bâtiments dont les consommations seront inférieures respectivement à 10% et 20% des consommations de référence et dont les consommations de chauffage ou d'ECS sont assurées par une production par énergie renouvelable.



CH2 (Melbourne, Australie)



CH2 (Melbourne, Australie)

RESSOURCES +

- Association de promotion des énergies renouvelables.
  → www.energies-renouvelables.org
- Site d'énertech et du cabinet Sidler.
  → http://sidler.club.fr
- « Plein Soleil », magazine sur les énergies renouvelables dans le bâtiment, édité par Tecsol Press.
  → www.plein-soleil.info

LE BÂTIMENT CH2 À MELBOURNE (AUSTRALIE)

Ce bâtiment est un modèle en son genre : sa conception intègre, outre certains aspects-clés, nombre d'innovations palliant les variations importantes de températures entre le jour et la nuit. Le CH2 est un des bâtiment les plus performants au niveau énergétique à ce jour.

ÉCLAIRAGE ET PROTECTION SOLAIRE :

Afin d'accroître la luminosité naturelle dans le bâtiment, **les plafonds** du CH2 sont **ondulés et réfléchissants**. Des persiennes aux fenêtres, en bois recyclé, ont été installées en vue de protéger les espaces intérieurs du rayonnement direct du soleil. **Les fenêtres sont plus grandes dans la partie inférieure du bâtiment**, moins exposée au soleil alors qu'elles sont **plus petites en haut du bâtiment** pour ne pas créer d'effet d'éblouissement. Des capteurs sensibles à la luminosité intérieure du bâtiment permettent de déterminer la quantité de lumière artificielle nécessaire. Celle-ci est assurée par des lampes à très basse consommation d'énergie de nouvelles générations. Un jardin vertical composé de vignes et arrosé par l'eau de récupération apporte ombres, fraîcheur et air sain sur une des façades.

COGÉNÉRATION ET ENR :

26 m² de **panneaux photovoltaïques** produisant 3,5 kWh d'électricité ont été installés sur le toit et 60% de l'eau chaude est fournie par 48 m² supplémentaires de panneaux solaires situés sur le toit. Un **système de co-génération** au gaz naturel installé sur le toit fournit 30% des besoins du bâtiment en électricité, réduisant la dépendance au réseau public d'électricité. La chaleur de la co-génération est récupérée pour alimenter directement le chauffage ou, après retraitement, pour alimenter la climatisation du bâtiment. Le **chauffage par convection** est installé dans le sol près des fenêtres. La couleur de la façade Nord est foncée et celle de la façade Sud claire.

CLIMATISATION :

L'effet de **masse thermique du béton** permet dans un premier temps de réduire les consommations de 14% l'été. De **l'air frais** est injecté deux fois par heure dans le bâtiment par le sol (pour évacuer l'air vicié par le haut). **Les fenêtres situées au nord s'ouvrent la nuit** pour permettre de rafraîchir et d'aérer les bureaux. **Des capteurs** ferment les fenêtres automatiquement lorsque des vents forts, de la pluie ou des températures élevées sont détectés. **5 « tourelles fontaines »** installées entre les étages rafraîchissent l'air grâce à l'évaporation d'eau - eau de pluie et eau récupérée dans les canalisations publiques et traitée par jardin filtrant (cf. fiche 8). **Un matériel à changement de phase** stocké dans des cuves et directement alimenté par l'eau provenant des « tourelles fontaines » permet d'absorber les hausses de température pendant la journée et de redistribuer cette chaleur à l'intérieur pendant la nuit.



CH2 (Melbourne, Australie)





FICHE N°8 :

OPTIMISER LA GESTION DE L'EAU

CONSTRUIRE EN ÉVITANT DE FAVORISER LES INONDATIONS, LA RARÉFACTION ET LA POLLUTION DE L'EAU

Si l'eau n'est pas encore considérée en France comme une ressource rare malgré les pénuries récentes, le maintien de sa qualité à un niveau de potabilité satisfaisant est de plus en plus problématique et coûteux. La pollution accrue de l'eau n'est pas imputable seulement à l'agriculture et à l'activité industrielle mais aussi au ruissellement des eaux pluviales sur des surfaces imperméables (constructions, parking, voiries). La majorité des bâtiments prévoient d'évacuer vers le réseau ces eaux ainsi que les eaux des nappes dans lesquelles les sous-sols ont été construits. Ce procédé favorise les inondations et l'engorgement des réseaux d'écoulement en cas de forte pluie, empêche le réapprovisionnement des nappes phréatiques et coûte chères aux collectivités en retraitement des eaux.

Parallèlement, la consommation d'eau potable ne cesse d'augmenter (arrosage, lavage des surfaces, activités industrielles, sanitaires, etc.) Le captage, le traitement et la distribution d'eau potable, puis le transport et le traitement des eaux usées dans les stations d'épuration coûtent donc de plus en plus chères, et cette hausse s'accentuera probablement avec le temps. Pour limiter notre consommation, éviter les rejets polluants et réaliser de substantielles économies, tant sur la facture d'eau que sur les investissements nécessaires en réseau et en station d'épuration, des solutions existent, parfois très simples à mettre en œuvre. La gestion privative de l'eau de pluie est une de ces solutions, rentable en coût global et plus respectueuse de l'environnement. La règle dans ce secteur encore émergeant est le « learning by doing » en se basant sur des programmes expérimentaux à petite ou moyenne échelle. ■

CHIFFRES CLÉS +

- Sur les **150 litres** d'eau potable utilisés par personne et par jour en France, seulement **7%** correspondent aux besoins pour l'alimentation et la boisson. *(souce : Carnet éco-logique publié par l'association Maisons de Qualité)*
- En 2003, **5 millions** de Français ont été exposés au moins une fois à une eau polluée. *(souce : article UFC Que Choisir du 29 mars 2003 « Les Nitrates dans l'eau »)*
- En Allemagne, la gestion alternative de l'eau a déjà crée **60 000 emplois** et on prévoit que **15%** des bâtiments distribueront une eau recyclée à l'horizon 2010. *(souce : Document « La gestion alternative de l'eau dans les projets urbains » de l'Arene Ile de France)*

QUE DIT LA LOI ?

La législation sur l'eau étant très dense et très complexe, il est conseillé de se référer au guide technique de référence du CSTB. Attention ! L'article R 1321-5 du Code de la Santé Publique précise que les gestionnaires d'un bâtiment sont responsables de la conformité et de la maintenance des réseaux intérieurs de distribution de l'eau. En cas de problème de qualité de l'eau au robinet non imputable à la distribution générale, leur responsabilité pénale est engagée. En France, le double réseau d'eau potable et non-potable n'est autorisé que pour les particuliers et sur dérogation pour les autres bâtiments. Les négociations se font au cas par cas avec la DDASS locale. La loi devrait prochainement autoriser plus largement la récupération des eaux de pluie et rendre obligatoire les compteurs d'eau individuels dans les logements neufs.



ETAT DES LIEUX EN 3 POINTS

1 **Qualité de l'eau et entretien du réseau.** Avez-vous un responsable de site, unique interlocuteur en cas de problème sur le réseau d'eau intérieur du bâtiment ? Le réseau est-il en bon état (fuite, entartrage, etc.) ? La maintenance est-elle assurée par une société compétente ?

2 **Consommation d'eau.** Connaissez-vous les consommations du bâtiment ? Existent-ils des compteurs d'eau séparés pour chacun des locataires et/ou chacun des postes d'activité de l'entreprise permettant de procéder à un suivi des consommations ? Existe-t-il des initiatives pour sensibiliser et responsabiliser les usagers ? Pour quel usage pouvez-vous remplacer vos consommations d'eau potable par de l'eau de pluie (chasses d'eau, arrosage, eaux de process, nettoyage, lavage du linge) ? Combien pourriez-vous économiser sur votre facture en 5 ans ? En 15 ans ?

3 **Pollution de l'eau et rejet d'eaux usées.** Respectez-vous l'interdiction de rejeter dans l'égout les substances telles que l'eau de javel, la peinture, les solvants, les acides et bases, les huiles, etc. ? Les revêtements du site et du bâtiment permettent-ils à l'eau de pluie de s'infiltrer en partie dans le sol ou de limiter le ruissellement ?

MAÎTRE D'OUVRAGE : 10 PISTES D'ACTION POUR ÉCONOMISER L'EAU…

1 DÉTECTER LES FUITES, FACILITER L'ENTRETIEN ET LE CONTRÔLE DU RÉSEAU

Les fuites dans les réseaux sont responsables d'une surconsommation de **20% en moyenne** : ○ Systématiser la **Gestion Technique Centralisée** (GTC) pour l'ensemble des compteurs du bâtiment, et analyser les pointes de consommation d'eau. Pour localiser une fuite, comparer les chiffres avant et après une période d'inactivité du bâtiment. ○ Prévoir des **robinets d'arrêt** permettant les interventions sur le réseau. ○ Concevoir un **réseau simple** en privilégiant la facilité d'entretien des canalisations et des équipement. ○ Utiliser des **matériaux qui n'altèrent pas** la qualité de l'eau. Pour les matériaux sythétiques (PVC, etc.), une attestation de conformité sanitaire est obligatoire. ○ Pour ralentir les dépôts et l'entartrage qui perturbent le débit et sont favorables au développement de bactéries, **limiter la température de l'eau** et l'adoucir si nécessaire.

www.proxiserve.fr (Maintenance du réseau) | www.economie-energie.net/professionnel.html (Mesure de fuite d'eau, économiseur) | www.cstb.fr (Recherche, expertise, formation)

2 INSTALLER DES APPAREILS PERFORMANTS ET HYDRO-ÉCONOMES DÈS LA CONCEPTION

Ils permettent de réaliser 40% d'économies d'eau sur la consommation annuelle d'eau potable (source TRIBU) : ○ **Chasses d'eau à double volume** (6l ou 3l au lieu de 10 ou 12l). ○ **Appareils électroménagers de type AA**, économes en eau. ○ **Robinet temporisé ou à détection électronique/infrarouge**. ○ **Réducteurs de pression** pour limiter le débit de l'eau et l'érosion des équipements (pression optimale de 3 bars). Eviter les systèmes de chauffage et/ou de rafraîchissement fonctionnant par circulation d'eau en circuit non-fermé. L'architecture bioclimatique (cf. fiche 6) permet de limiter l'usage de ces appareils.

www.ecoperl.fr | www.wwf.fr/topten (Identifier les appareils domestiques ayant le plus faible impact écologique)

3 RESPONSABILISER LES USAGERS

○ Equiper les logements de compteurs d'eau individuels en évidence. ○ Utiliser des documents pour accompagner la conduite du changement : fiche « Eau » extrait de l'ouvrage « Modes de consommation et de production durable » du PNUE, rubrique « préserver l'eau » du YouthXchange guide de l'UNESCO et du PNUE, guides pratiques de l'ADEME, etc.

www.unep.org | www.youthxchange.net | www.ademe.fr/particuliers/Fiches/maison/rub3.htm

4 RÉCUPÉRER ET RECYCLER L'EAU DE PLUIE

Le dispositif complet (cuves, filtre, pompe), de l'ordre de 3000 € pour un logement moyen (source ADEME) ne nécessite pas ou peu d'entretien. Les cuves peuvent parfois être intégrés aux fondations pour un investissement moindre. Les tuyauteries d'eau potable et non-potable doivent obligatoirement être différentiées par deux couleurs distinctes et des contrôles de la DDASS sont à prévoir. Pour un bureau, 2,5 à 3 m² de toiture par personne couvrent 100% des besoins en eau pour les WC et les urinoirs (source TRIBU).

www.roth-france.fr | www.skywater.fr | www.apc-process.com | www.lanive.fr

5 OPTIMISER LES PROCESS INDUSTRIELS

○ **Recycler l'eau en circuit interne** dans vos processus de production quand c'est possible. ○ **Penser à l'eau de pluie**, qui a l'avantage d'être non-calcaire, pour certains usages (eau de refroidissement, rinçage, lavage des surfaces, du linge, des équipements, etc.).

www.geneve.ch/agenda21/pme (« PME et développement durable » fiche 23 (gestion de l'eau) de l'agenda 21 de Genève)

6 PRÉVOIR DES OUVRAGES D'INFILTRATION/ RÉTENTION ET DE CIRCULATION DE L'EAU

En fonction des facteurs géologiques et en contrebas des parcelles, **les noues, fossés, bassins d'orage, puits d'infiltration et tranchées** retiennent et infiltrent l'eau de pluie dans le sol ou favorisent son évaporation. Certains bassins peuvent servir de squares ou de terrains de sport le reste du temps. **Réaliser des circulations d'eau en surface** (cheminements minéraux ou végétaux) permet à l'eau de se charger en oxygène et d'améliorer sa qualité biologique.



Illustration : Dessin illustrant un système de récupération des eaux de pluie.

7 FAVORISER LA SEMI PERMÉABILITÉ DES PARKING ET DES VOIES SECONDAIRES

Pour le revêtement du sol et des voies de cheminement, privilégier les petits modules (pavés, dalles) avec un grand linéaire de joints perméables, de même que le gravier, la pierre poreuse, le gazon ou les copeaux de bois qui autorisent l'infiltration de l'eau. Un traitement préalable de l'eau par jardin filtrant sera nécessaire en cas de parking ou de voiries très fréquentés.

8 CHOISIR DES TOITURES ET MURS VÉGÉTALISÉES

En plus d'avoir des qualités d'isolation phonique remarquables (15 à 20 dB en moins - source CSTB) et de réguler le confort thermique, ils contribuent à verdir les ville et à limiter les eaux de ruissellement urbaines. De nombreuses subventions existent pour encourager entreprises et particuliers dans cet investissement et certaines régions envisagent de l'imposer progressivement.

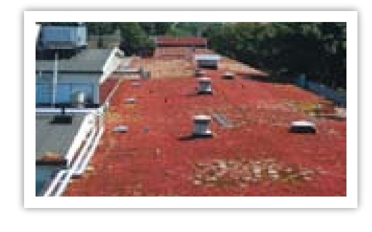
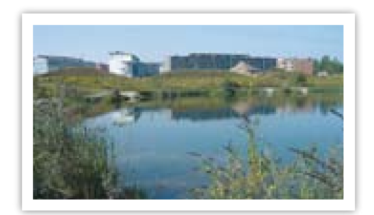


Photo : Toiture végétalisée (Malmo,Suède).
www.soprema.fr | www.ecovegetal.fr (Hydro Pack : bac précultivé à réserve d'eau accrue - société le Prieuré)

9 TRAITER ÉCOLOGIQUEMENT L'EAU PAR UN ASSEMBLAGE DE PLANTES



Rhyzosphère et jardins filtrant sont des procédés naturels et sans odeur permettant de reverdir des zones urbanisées, de favoriser la biodiversité et de capter du CO_2. L'entretien, de type espace vert, est simple et économique. Ce procédé est également utilisé pour traiter les effluents industriels, les boues d'épuration ou les sols pollués. Les bassins de baignade naturels sont épurées par des plantes aquatiques et par l'oxygénation de l'eau, sans ajout de produits chimiques. Ce procédé garantit une eau claire, vivante, sans odeur de chlore et de bonne qualité microbiologique. Une piscine écologique nécessite 4 fois la surface habituelle mais procure un environnement de baignade très agréable et facilite le réchauffement de l'eau par le soleil.

Photo : Solar City (Linz, Autriche).
www.phytorestore.com (entre 300 et 700/EH) | www.bioteich.fr | www.euphorbia.fr | www.aquajardin.net | www.gazele.org

10 INTÉGRER AU PROJET DES ESPACES VERTS, UN PLAN D'EAU

La végétation choisie doit être adaptée au climat local, et différentiée en fonction des zones humides ou sèches. Pour l'entretien, limiter l'utilisation de produits phytosanitaires. Le stockage d'eau de pluie à ciel ouvert, en plus d'un effet esthétique, procure en été de la fraîcheur aux bâtiments situés sous les vents dominants.

CERTIFICATION +

Le CSTB a développé la certification REEX pour attester les compétences des sociétés d'installation et de maintenance de réseau d'eau.

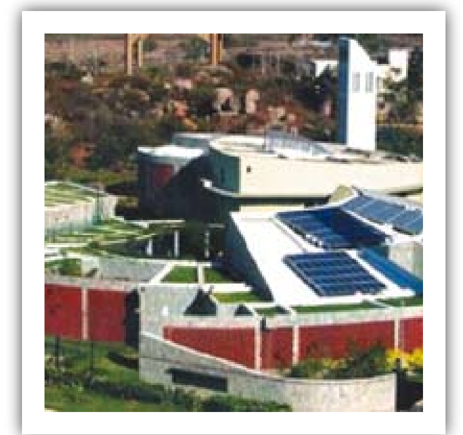


RESSOURCES +

- « Les eaux pluviales : Récupération, gestion, réutilisation », de James Chéron aux Editions Johanet.
- La gestion alternative de l'eau dans les projets urbain - Qualité environnementale des bâtiments et aménagement, ARENE Ile de France.

ÉTUDE DE CAS : EVA LANXMEER

Le quartier Eva Lanxmeer de 250 habitations à Culemborg aux Pays-Bas fait preuve d'une gestion de l'eau intégrée et particulièrement innovante. Des étangs recueillent les eaux de ruissellement des toits tandis que celles des routes sont dirigées vers des tranchées d'infiltration assurant l'alimentation des nappes phréatiques. Les eaux grises des maisons sont recueillies et purifiées sur place par des lagunes en lits de roseaux et des machines vivantes (système de purification par des écosystèmes de plantes et micro-organismes). L'un des aspects essentiels de ce projet est le travail d'éducation et de sensibilisation auprès des habitants car le bon fonctionnement du système hydraulique et des jardins filtrants nécessite l'implication des utilisateurs.
www.eva-lanxmeer.nl



Hyderabad (Hyderabad, Inde)



Walmart (McKinney, USA)



Eva Lanxmeer (Culemborg, Pays Bas)

EXEMPLES DE BONNES PRATIQUES

1 **Renault** a mis en place, dans son usine de Maubeuge, un système de recyclage des eaux pluviales qui permet d'alimenter la chaîne de fabrication. Selon le constructeur, en 2004, le procédé a permis d'économiser 71 300 m³ d'eau potable.

2 **Nexity** a intégré dans un projet de 97 logements HQE à Courbevoie (92) un système de récupération des eaux de pluie pour alimenter les chasses d'eau.

3 À la **RATP**, la récupération des eaux de pluie est à l'étude pour alimenter la future station de lavage des trains de l'atelier de maintenance RER de Rueil-Malmaison. La régie espère économiser 5 000 m³ d'eau potable par an.

4 La ville de **Saint-Denis** (93) équipe son marché couvert d'un système de récupération d'eau de pluie, qui sera utilisé pour l'alimentation des chasses d'eau, le lavage de la voirie et l'entretien des vitres du bâtiment.

5 À **Freiburg** en Allemagne, un étang artificiel a été conçu par une usine de fabricant de capteurs solaires comme une zone de stockage de l'eau de pluie. Cette eau lui sert d'eau de refroidissement, alimente ses sanitaires et lui évite de payer la taxe d'évacuation des eaux de pluie en vigueur.

6 En Inde, le **CII Sohrabj Godrej Green Business Centre**, bâtiment tertiaire d'une surface totale de 1859 m², comprend outre des parking entièrement pavés et des chemins d'accès construits avec des matériaux perméables, des toitures végétalisées, la récupération des eaux de pluies, le recyclage à 100% des eaux grises et un système d'arrosage par goutte à goutte très performant.

7 En Australie, le **40 Albert Road** du groupe Szencorp intègre, en plus du recyclage des eaux usées et du stockage des eaux de pluie, des chasses d'eau eco-efficaces, des urinoirs sans eau et des robinets et douches enclenchées avec des capteurs électroniques.

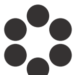
8 Aux USA, l'eau de pluie récupérée sur le toit du magasin pilote de **Walmart** au Texas est redirigé vers un bassin de récupération, puis utilisée pour irriguer les jardins.

9 **L'hôtel Orchid** en Inde comprend, outre des chasses d'eau performantes et des robinets à plus forte pression, un système de traitement et de recyclage des eaux usées afin d'alimenter l'air conditionné et l'arrosage des jardins. Par ailleurs les clients sont invités à réutiliser le linge de toilette.

10 En Australie, le **bâtiment CH2** est équipé d'un système sophistiqué qui récupère, filtre et traite 100 000 m³ d'eaux usées par an, puisé directement dans les égouts, et qui sont utilisées pour alimenter les chasses d'eau et le système de climatisation.



Exemple de traitement des eaux grises (Malmö, Suède)





FICHE N°9 :

MINIMISER L'ÉTALEMENT URBAIN ET LES TRANSPORTS

CONSTRUIRE DURABLE COMMENCE PAR BIEN CHOISIR LA SITUATION GÉOGRAPHIQUE DU BÂTIMENT

Notre attachement à la maison avec jardin et à la voiture individuel a favorisé, dans un contexte de pétrole bon marché, l'émergence des villes « extensibles », entraînant la multiplication de zones pavillonnaires éloignées du centre-ville. Ce modèle est aujourd'hui fortement remis en cause : dévoreur d'espace, coûteux en raccordement aux réseaux (routes, canalisations, électricité, ramassages des déchet, parcours des bus, etc.), il est également peu efficace énergétiquement. En milieu plus dense par exemple, la déperdition de chaleur entre les maisons mitoyennes est moindre. L'étalement urbain pose par ailleurs des problèmes de manque de mixité sociale et d'éloignement entre les habitations et les commerces, les centres d'activités culturelles ou sportives. Le résultat est une dégradation lente de notre qualité de vie : paysages altérés par les réseaux et les pôles commerciaux, pollutions atmosphériques et sonores liées au transport accru, perte de temps et stress dans les embouteillages.
Face à ce constat, des quartiers et des villes européennes font le choix d'un développement alternatif (Stockholm, Stuttgart, Rennes, etc.) axé qualité de vie des usagers, efficacité budgétaire et respect de l'environnement.
A travers une implantation réfléchie ou un Plan de Déplacement d'entreprise (PDE), certaines entreprises rivalisent elles aussi d'imagination pour mieux satisfaire leurs clients, leurs salariés et pour faire changer les habitudes ancrées. Elles essaient ainsi d'infléchir le coût de plus en plus prohibitif de l'utilisation systématique de la voiture par leurs employés : coût de construction et d'entretien des places de stationnement, occupation de terrain constructible souvent rares et précieux, montée des prix du carburant, et surtout temps perdu dans les encombrements. ■



CHIFFRES CLÉS +

- La moitié de la population vit en zone urbaine (dont **30%** dans des bidonvilles). *(souce : ONU-Habitat)*
- Près de **15 millions** de personnes, en 2001, dont plus de 8 millions résidant dans les pôles urbains et 2,5 millions en zones rurales, sont des « **migrants alternatifs** » qui font, en moyenne, 15 km de trajet pour se rendre à leur travail. *(source INSEE)*
- La vitesse moyenne d'une voiture en ville est de **18 km/h**, alors que la vitesse moyenne du métro à Paris est de **27 km/h**. *(souce : site Internet défipourlaterre.org)*

QUE DIT LA LOI ?

■ La Loi Solidarité et Renouvellement Urbain (2000) oblige les collectivités à élargir les trottoirs, les voies de bus, à privilégier les transports en commun et à rendre le stationnement plus difficile. Les agglomérations de plus de 100 000 habitants sont dans l'obligation d'encourager les entreprises et les établissements à mettre en œuvre des PDE.

■ En matière de PDE et PDU (Plans de Déplacement Urbains), des aides sont possibles auprès de l'ADEME (plafonnées à 75 000 €), de la DTT (Direction des Transports Terrestres du Ministère de l'Equipement) et du PREDIT (Ministère de l'Equipement et des Transports).

■ Au niveau européen, le projet HQE2R veut étendre la HQE à l'échelle du quartier en y incluant des objectifs sociaux. (http://hqe2r.cstb.fr).

■ Aux Pays-Bas, la construction d'une entreprise ou d'une administration n'est rendue possible qu'après examen de la desserte publique nécessaire à son activité.

DENSITÉ DES LOGEMENTS : IMPACT DE 3 CAS DE FIGURE

	1 — 8 unités en maison individuelles.	2 — 8 unités en 2 bandes de 4 maisons mitoyennes.	3 — 8 unités en immeuble collectif (R + 1 + sous-sol).
Emprise au sol	100%	70%	34%
Surface d'enveloppe	100%	74%	35%
Energie de chauffage	100%	89%	68%
Coût de construction	100%	87%	58%

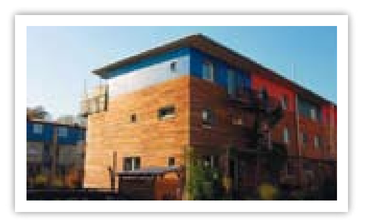
Comparaison de l'impact sur l'environnement de 8 unités de logements en fonction de leur densité. (source : Ökologische Baukompetenz de Ekhart Hahn)

MAÎTRE D'OUVRAGE : 11 PISTES D'ACTIONS POUR ALLIER DENSITÉ ET QUALITÉ DE VIE...

1 AMÉLIORER L'EXISTANT ET SE RAPPROCHER DU CENTRE

L'alternative à l'étalement urbain passe par : **La réhabilitation de certains centres villes et quartiers.** La restructuration/reconversion des friches militaires, industrielles, ferroviaires ou portuaires. Le remplissage des « dents creuses », extension de l'existant. L'aménagement de combles, l'ajout d'un étage en structure légère, etc.

2 FAVORISER L'HABITAT BAS À HAUTE DENSITÉ



L'habitat bas à haute densité, avec de petites maisons mitoyennes de 2 ou 3 étages, 1 jardin privatif ou une terrasse peut séduire les ménages préférant une maison privative avec jardin à un appartement.

Photo : Quartier Vauban (Freiburg, Allemagne).
Dans le quartier Vauban de Freiburg, 50 % des ménages n'ont pas de voiture. La ligne du tramway a précédé la réalisation du quartier, la vitesse des voitures est limitée à 30 km/h, et de petits parcs à vélos sont situés devant les immeubles. Les enfants peuvent jouer dehors en toute sécurité.

3 DÉVELOPPER LA MIXITÉ ET LA MULTIFONCTION-NALITÉ

Le zonage n'est propice ni aux échanges, ni à la rencontre, et ne favorise donc pas la relation commerciale et le développement économique. De nombreuses possibilités de combinaisons sont offertes : résidentiel social locatif et accession à la propriété, résidence étudiante et maison de retraite, habitat social et commerces, bureaux, services, associations, crèches, etc. Par ailleurs, certains équipements étant sous-utilisés, des lotissements offrent parfois la possibilité aux jeunes ou aux écoles d'utiliser leurs terrains de sport en journée ou en soirée.

4 PRIVILÉGIER LE CONFORT URBAIN



La création d'**îlots urbains à taille humaine** : **Bâtiments flexibles et évolutifs** : cloisonnement souple, possibilité ultérieure d'agrandissement par le haut, etc. **Styles architecturaux diversifiés et de qualité** : allier contemporain et ancien, ne pas chercher à faire de mauvaise réplique de l'ancien, etc. **Verdissement des zones urbanisées** : balcons, terrasses, toitures et murs végétalisés, petits espaces verts intégrés avec des essences locales, traitement des eaux « grises » par lagunage avec des plantes aquatiques (cf. fiche 8), jardins suspendus, etc.

Photo : Bedzed (Beddington, GB).

5 ADOPTER UNE DÉMARCHE PARTICIPATIVE

La démarche participative est indispensable à la réussite du projet. Elle peut passer par la constitution de comité, un processus de partenariat, de consultation en amont des futurs usagers, des habitants du quartier, de la commune.

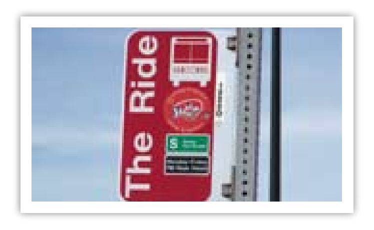
…ET OPTIMISER LES TRANSPORTS



6 S'IMPLANTER DE MANIÈRE À RÉDUIRE LES DISTANCES

En choisissant le lieu d'implantation de l'entreprise, il est primordial de penser d'abord à la **réduction des trajets entre le lieu de travail et le lieu d'habitation des employés et des clients**, avant d'imaginer des modes de transport alternatif ou même de bâtiments écologiques. Il est plus écologique de réhabiliter un bâtiment en centre ville, proche de toutes commodités - transports en commun, écoles, services, loisirs - que de réaliser un bâtiment exemplaire isolé en campagne. Le bilan carbone en hausse du nouveau siège social écologique mais isolé de la Banque du Haut Rhin illustre ce problème.

7 PRIVILÉGIER L'INTERMODALITÉ ET LA DIVERSITÉ DES MODES DE TRANSPORTS



○ Etudier la possibilité d'avoir recours à des modes de transports alternatifs aux camions (plates-formes intermodales, transports ferroviaires et maritimes de marchandises). ○ Optimiser le chargement et les trajets des véhicules. ○ Favoriser la mixité des modes de transports de voyageurs (routiers, transports en commun, piétons, cycles).

Photo : Hôpital Boulder (Boulder, USA).

8 METTRE EN PLACE UN PLAN DE DÉPLACEMENT D'ENTREPRISE (P.D.E.)

Un PDE peut être envisagé pour les sites existants non-adaptés (son déploiement prend en moyenne 6 à 8 mois et les résultats ne sont pas immédiats, mais ils peuvent entraîner de fortes économies à moyen terme). Les 3 étapes successives sont : ○ Se rapprocher des autorités organisatrices des transports (AOT) (communautés d'agglomérations, syndicats mixtes de transports en commun (SMTC)) pour profiter d'éventuelles synergies. ○ Consulter les organismes susceptibles de vous accompagner (bureau d'étude) ou de vous subventionner (ADEME). ○ Choisir parmi les différents leviers d'actions proposés ceux qui seront les plus efficaces pour faire changer les habitudes, selon les résultats d'un diagnostic à effectuer au préalable.

9 INCITER AUX MODES DE TRANSPORTS ALTERNATIFS

Insister sur l'aspect égalitaire de la démarche : un automobiliste coûte cher à l'entreprise en frais de parking (construction, entretien, immobilisation de terrain) et remboursement kilométrique. Instaurer un forfait fixe coût/personne pour chacun des salariés en associant des contraintes **pour les automobilistes** : ○ Parking payant et/ou restreint. ○ Management rigoureux en matière de véhicules de service et de fonction. ○ Limite de remboursement de carburant. Et avantages accordés **aux modes de transports alternatifs** : ○ Abonnement aux transports en commun pris en charge à 100%. ○ Navette gratuite depuis les stations de métro ou de bus. ○ Remboursement des frais d'acquisition et d'entretien des vélos ou flotte de vélos d'entreprise. ○ Garage à vélo au pied de l'immeuble avec local de douches. ○ Places de stationnement privilégiées réservées aux co-voitureurs. ○ Participation financière aux révisions techniques des véhicules propres, etc.

10 MISER SUR L'ÉVÈNEMENTIEL

Miser sur **l'évènementiel** peut être un bon moyen de sensibiliser aux avantages des modes de transports alternatifs (santé, convivialité, etc.) : ○ Forum « la marche à pied contre l'obésité ». ○ Colloque ville cyclable à Lille. ○ Semaine test de covoiturage. ○ Sorties à vélo (pour des visites du patrimoine par exemple), etc.

11 VISER À LIMITER LES DÉPLACEMENTS

La meilleure façon de limiter l'impact environnemental des déplacements est… de ne pas se déplacer. On peut chercher à limiter le nombre de déplacements, notamment via quelques outils : ○ Optimisation de l'organisation du travail (notamment pour les personnels non sédentaires ou pour les entreprises ayant plusieurs sites). ○ Services de proximité pour les salariés limitant leurs déplacements extra-professionnels. ○ Mise en place de travail à domicile ou de plateformes de télétravail. ○ Visio-conférences.

FOURNISSEURS POSSIBLES +

- **Bureau d'études pour des PDE** : Bureau d'études Mobility+.
  → www.deplacements.net

  Bureau d'études ETC : Sylvie Terret-Hoffmann.
  → sterret@clubinternet.fr
- **Coursiers à vélo** : Urban cycle.
  → www.urbancycle.fr
- **Automates permettant le dépôt et le retrait de colis sans contraintes d'horaires :**
  → www.consignity.fr

RESSOURCES +

- Guide « Réaliser un Plan de Déplacement entreprise » publié par l'ADEME.
  → www.ademe.fr
- Guide pour le covoiturage « La clé, le contact » publié par l'ARENE Ile de France.
- Sites de covoiturage :
  → www.covoiturez.org
  → www.covoiturage.com
- « L'architecture écologique, 29 exemples européens » de Dominique Gauzin-Müller, éditions Le Moniteur.



ST Microelectronics (Grenoble, France)



Eva Lanxmeer (Culemborg, Pays-Bas)

ÉTUDE DE CAS : LA MÉTHODE « AVEC, PAR, POUR »

ST Microelectronics a mis en place cette méthode en 3 points pour convaincre leurs collaborateurs de ne plus venir en voiture :

1. **Avec** : création d'un comité consultatif de volontaires & grande enquête d'opinion.
2. **Par** : cartographie des trajets, proximité, étude au cas par cas de la situation des salariés.
3. **Pour** : bénéfice personnel à créer pour celui qui change ses habitudes.

EXEMPLES DE BONNES PRATIQUES

1 L'opération Hélianthe à **Boulogne-Billancourt** associe sur le terrain des anciennes usines Renault des résidences, des logements sociaux collectifs HQE, des commerces et des espaces verts

2 Les opérations « **Lille Soleil intérieur** » et « **Tourcoing Côté parc** » ont été initiées en 2001 par un regroupement de promoteurs privés. Elles s'inscrivent dans la politique de « ville renouvelée » de Lille Métropole Communauté Urbaine qui donne la priorité à la réhabilitation de 21 quartiers particulièrement dégradés plutôt qu'à l'extension de la ville vers les terres agricoles. Sur une ancienne friche industrielle, ces maisons intercalées avec des espaces entièrement vitrés permettent un accès direct au jardin depuis la rue. Sur près d'un tiers de la zone, un parc urbain a été conçu comme un jardin humide (copyright : SCI Maison en ville)
www.habitat-patrimoine.org

3 **Eva Lanxmeer** à Culemborg aux Pays-Bas est une zone mixte partagée entre des logements et des bureaux, avec récupération des eaux de pluie, un système naturel de traitement des eaux (cf. fiche 8), des jardins biologiques, une isolation renforcée des immeubles, ainsi que des panneaux solaires sur toutes les maisons.

4 **Niewland** à Amersfoot aux Pays bas est un ensemble de 4700 logements d'îlots résidentiels intégrant des critères environnementaux, notamment des panneaux photovoltaïques, un flux de transport lent, des toitures végétales et une optimisation de la lumière naturelle.

5 La réhabilitation de la zone portuaire **Bo01** de 160 ha à l'Ouest de la ville à Malmö en Suède, est exemplaire : l'énergie consommée provient de sources renouvelables (éolien, solaire et source d'eau chaude), le quartier devrait consommer moitié moins d'énergie que les autres quartiers de la ville, les matériaux de construction des bâtiments et des infrastructures publiques (bancs, lampadaires, abribus…) sont recyclables. La priorité dans le tracé des rues est systématiquement accordée aux piétons et aux voies cyclables. Afin de faciliter et développer le covoiturage, une base de données à l'échelle du quartier a été mise en place. Les véhicules utilisés pour l'entretien de la chaussée, la maintenance, etc. sont tous électriques.
www.malmo.com

6 **Bouygues Telecom** a développé la visioconférence et renforcé l'offre de bus desservant l'entreprise en compensant financièrement dans un premier temps le déficit d'usagers.

7 **France Telecom** expérimente un système de e-bureau sur la région lyonnaise.

8 Sur le site d'**Orly Rungis**, un portail Internet d'information a été mis en place sur les itinéraires, l'état du trafic, l'heure des prochains passages des transports en commun. Cette plateforme interactive permet de se mettre directement en relation avec un co-voitureur, de réserver un véhicule en libre-service et d'acheter ses titres de transport.

9 À Melbourne, le **40 Albert Road** réduit le nombre de places de parking disponibles mais prévoit des parking à vélos, des vestiaires et des douches sur le site. Les employés doivent compenser leurs émissions de CO_2 liées au transport.

10 En Hollande, l'employeur peut accorder à un employé une indemnité kilométrique non-imposable de 0,055 € par km pour tous ses déplacements liés au travail (incluant le trajet domicile-travail) (source ADEME).



10

FICHE N°10 :

AMÉLIORER LE CONFORT ET PRÉSERVER LA SANTÉ DES OCCUPANTS

GARDER L'HUMAIN AU CŒUR DES PRÉOCCUPATIONS

La fonction première d'un bâtiment étant d'assurer à ses occupants un confort de travail ou d'habitation optimal, les économies de ressources et la préservation de l'environnement ne doivent pas se faire à leur détriment. Nous passons en moyenne plus des trois quarts de notre vie dans un bâtiment : un environnement intérieur de qualité n'est donc pas un luxe, mais répond au contraire à un besoin vital. De plus en plus d'études attirent notre attention sur la corrélation forte entre la qualité intérieure d'un bâtiment et la santé de ses utilisteurs. La multiplication des allergies et des infections respiratoires, en particulier chez les enfants, serait par exemple imputable à la mauvaise qualité de l'air intérieur que nous respirons, lequel serait en moyenne 3 à 7 fois (et dans certains cas 100 fois) plus pollué que l'air extérieur. Le bruit, la température inadaptée, le manque ou l'excès de lumière sont causes de stress et de fatigues inutiles qui pèsent sur la compétitivité de l'entreprise à terme. Compte tenu du poids relatif conséquent de la facture « humaine » coût de recrutement, de formation, salaires, charges sociales, etc.) par rapport à la facture énergétique, il est encore plus rentable pour une entreprise d'investir dans la qualité de vie des occupants que dan des appareils à économie d'énergie, aussi efficaces soient-ils. Toutes les études disponibles le démontrent : il existe un lien, hélas trop souvent non quantifié, entre environnement intérieur d'une part et fidélisation, satisfaction et productivité des usagers d'autre part. À une échelle encore plus globale, les bénéfices pour la société civile en termes de réduction des dépenses de santé se chiffrent en milliards d'euros. ■

Entreprises & Construction Durable

CHIFFRES CLÉS +

- Les concentrations de polluants sont de **10** à **100 fois** supérieures en intérieur qu'en extérieur. *(source : US Environmental Protection Agency et campagne pilote de l'Observatoire de la qualité de l'air)*
- Les citadins passent plus de **80%** de leur temps à l'intérieur de bâtiments. *(source : Interview actu-environnement du 27/01/06 du Docteur Fabien Squinazi)*
- Une meilleure qualité de l'air intérieur dans les bureaux permettrait aux Etats-Unis des économies dépassant les **250 milliards** de dollars. *(source : article de Business Week daté du 5 juin 2000)*

QUE DIT LA LOI ?

■ Europe : La directive n°96/62/CE du 27/09/199 définit les bases d'une stratégie commune visant à définir et fixer des objectifs concernant la qualité de l'air ambiant dans la Communauté. Les recommandations sur des valeurs limites d'expositions (cf. guide de l'OMS, rubrique outil) ne sont valables que si la substance polluante est la seule présente dans l'atmosphère.

■ France : La Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie du 30 décembre 1996 reconnaît un droit fondamental pour le citoyen de : « respirer un air qui ne nuise pas à sa santé » (art.1).

■ L'action 15 du Plan National Santé Environnement, demande de mettre en place un étiquetage des caractéristiques sanitaires et environnementales des matériaux de construction. À l'horizon 2010, 50% des produits de construction devront avoir un étiquetage environnemental et sanitaire.

■ La Directive Produits de Construction (DPC) a pour ambition d'intégrer au marquage CE, toujours à l'horizon 2010, l'exigence HSE (hygiène, santé, environnement). (source : Webzine du CSTB, avril 2006)

ÉTAT DES LIEUX EN 3 POINTS

1 **Aérer le bâtiment**
Les bouches d'insufflation et d'extraction de l'air sont elles correctement implantées dans les grands volumes ? Quelles sont les mesures prises pour éviter les risques de légionellose, et vérifier les circuits d'eau dans les climatiseurs ? Les bouches d'aérations sont-elles orientées de manière à éviter la pénétration de polluants extérieurs ? Comment sont situées les bouches de rejets par rapport aux vents dominants ?

2 **Éviter les polluants intérieurs et extérieurs**
Les matériaux de construction retenus ont-ils un étiquetage environnemental et sanitaire. Le niveau d'émission de formaldéhydes et autres polluants intérieurs générés par l'ameublement et la décoration est-il connu et maîtrisé ? Le bâtiment est-il proche de sources d'électromagnétisme importantes (ligne haute tension, poste de transformation) ?

3 **Diagnostiquer le syndrome du bâtiment malsain auprès des occupants**
Les occupants se plaignent-ils régulièrement d'avoir le nez, la gorge ou les yeux irrités ? Connaissez-vous le taux d'absentéisme et de turnover des occupants du bâtiment? Existe-t-il un suivi des cas de maladies professionnelles et autres cancers qui se sont déclarés chez les occupants du bâtiment ?

PRÉ-REQUIS

En premier lieu et compte tenu des attentes personnelles de chacun, il est important, autant que possible, **de laisser à l'occupant la possibilité de contrôler son propre environnement** (rideaux ou stores aux fenêtres, réglage du chauffage et de l'éclairage). Suite à l'état des lieux rapide, si des anomalies sont constatées, il est souhaitable de procéder à une vérification en plusieurs étapes détaillées ci-dessous :

1 CONFORT THERMIQUE ET HYGROMÉTRIQUE

Vérifier le **bon fonctionnement du système d'aération** (entretien des VMC, des bouches d'extraction et d'aération) et de **la climatisation** si elle est présente. Pour le rafraîchissement de l'air, préférer aux climatiseurs électriques les techniques alternatives (inertie du bâtiment, PAC) (cf. fiche 7). Attention : lors de la mise en place de **planchers rafraîchissants**, les conduits ne doivent pas être trop bas pour éviter tout risque de condensation. Dans le cas des **puits canadiens**, il est indispensable de disposer d'une pente suffisante pour les conduits, de s'assurer que les parois des conduits sont lisses et de veiller à ce que les conduits disposent d'une parfaite étanchéité pour éviter les risques de radon. Régler correctement et faire entretenir les **appareils à combustion**, potentiellement émetteurs de monoxyde de carbone. Le chauffage par insufflation d'air chaud conduisant à l'assèchement des intérieurs et à la mobilisation de particules fines, les appareils de chauffage par combustion non raccordés à l'extérieur s'avérant, parfois, fortement émetteurs de polluants à l'intérieur et le chauffage électrique par les convecteurs détériorant la qualité de l'air, il est préférable de privilégier le chauffage par circulation d'eau, notamment par le biais de planchers chauffants à basse température. Le **taux d'humidité** de l'air doit être compris entre 40 et 60% .

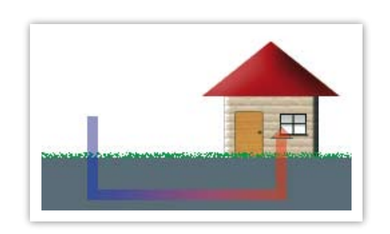
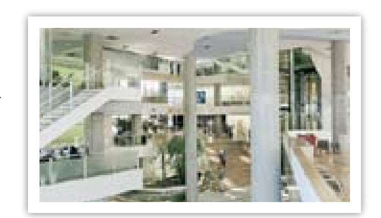


Photo : Puits canadien.

2 CONFORT OLFACTIF ET QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

Pour garantir un air intérieur « respirable », il faut d'abord diminuer les sources intérieures de pollution et ensuite renouveler l'air intérieur. **Éviter toute source de combustion** qui disperse de nombreux polluants dans l'air intérieur, comme, par exemple la fumée de tabac. L'utilisation de **produits d'entretien, de produits «odorisants», de pesticides, d'aspirateurs** non munis de système efficace de filtration, et la présence d'**animaux domestiques** sont également en partie responsables du mauvais état sanitaire de l'air intérieur. Veiller au confinement des installations produisant des odeurs. En matière **d'ameublement intérieur**, les résines de synthèse, les solvants et les colles utilisées - pour les panneaux de bois, les moquettes, les papiers peints, les contreplaqués - sont les principaux émetteurs de formaldéhydes. Le marquage européen CE des panneaux de bois devant mentionner la classe d'émission, privilégier la classe E1 garantissant une faible émission de formaldéhyde. Les **micro-aéroallergènes** (spores de moisissures, déjections d'acariens, poils d'animaux, pollens, blattes) dûs à la chaleur et à l'humidité sont particulièrement présents dans les literies, les textiles et les surfaces sanitaires, plus exposés. L'installation d'un **système d'aspiration centralisée** évite la remise en suspension des poussières et améliore ainsi la qualité de l'air intérieur. Si l'installation de ce système est prévue en amont de l'opération, le surcoût engendré n'est pas très important. Faire appel à des professionnels pour les **diagnostics réglementaires** : amiante, peinture au plomb ou légionelles dans les tours aéro-réfrigérantes. Vous pouvez également faire vérifier l'exposition au gaz radon, aux rayonnements ultraviolets, aux benzènes, et aux métaux lourds.

3 CONFORT VISUEL



Privilégier la **lumière naturelle** à la lumière artificielle (cf. techniques des puits de lumière fiche n°7). Elle influence en effet le bien-être psychologique des occupants d'un local. Les baies vitrées offrent le double avantage d'une communication visuelle vers l'extérieur et d'une vue au loin nécessaire au repos de l'œil après une vision rapprochée. Pour l'éclairage artificiel, plutôt choisir des lampes à basse consommation (voir les ampoules ayant reçues l'Eco-label européen : www.eco-label.com), par exemple des diodes électroluminescentes pour les ampoules, qui ne contiennent pas de mercure et consomment très peu d'électricité ou des lampes fluo-compactes, au détriment des lampes à incandescence classiques. Éviter les **effets stroboscopiques** (néons, etc.). **L'Indice de Rendu de Couleur (IRC)**, qui détermine la capacité d'une source lumineuse à reproduire les couleurs naturelles, doit être supérieur à 80 (valeur maximum de 100 pour un très bon rendu). **La température de couleur des ampoules** recommandée pour les bureaux est comprise entre 3000 et 6000 K. Pour les locaux aveugles, il est indispensable d'utiliser des teintes de couleur froide (température de couleur → 5000 K), appelées "lumière du jour" parce qu'elles sont favorables au bien-être des occupants.

Photo : Genzyme (Massachusetts, USA).

4 CONFORT ACOUSTIQUE

Le confort acoustique a des effets sur notre confort auditif mais aussi sur le stress, le sommeil, les performances psychomotrices, et la communication. Étant donné qu'il n'y a pas d'adaptation physiologique de l'organisme au bruit, le choix de l'emplacement (cf. fiche 9) et l'isolation phonique du bâtiment sont essentiels. La végétalisation extensive (sur les toitures, murs, etc.) absorbe le son et a une influence positive sur le climat intérieur du bâtiment en améliorant le confort thermique et l'humidification de l'air ambiant. Le gain par rapport à une toiture traditionnelle est estimé par le CSTB à environ 15 à 20 dB selon que le substrat de la toiture végétalisée est sec ou a capacité maximale en eau. Par ailleurs, une toiture végétalisée peut accroître l'isolation acoustique aux bruits aériens.

5 PRODUITS DE CONSTRUCTION : CRITÈRES SANITAIRES

Privilégiez l'utilisation de produits naturels (bois intérieur non traité, cires ou huiles dures naturelles, vernis, colles et peintures à l'eau.) Actuellement, des **peintures** à très faibles émissions de COV, **les alkydes en émulsion**, disponibles pour les professionnels mais également dans la grande distribution, garantissent une meilleure qualité de l'air intérieur des bâtiments neufs ou rénovés et sont moins polluantes car elles utilisent près de 74% de matières biodégradables dans leur composition. Les Composés Organiques Volatiles (COV) entrent dans la composition de nombreux matériaux - panneaux de particules, bois agglomérés ou contre-plaqués, textiles utilisés pour le mobilier ou la décoration, revêtements de murs et de sols synthétiques ou préfabriqués (dalles, moquettes, faux-plafond, planchers, linoléums), éléments d'isolation comme les mousses, peintures, lasures, vernis, colles, produits de préservation du bois, en particulier au niveau des charpentes et des meubles. Le formaldéhyde quant à lui est présent en grande quantité dans les bois agglomérés, certaines mousses isolantes, moquettes et textiles, colles. Les émissions peuvent perdurer pendant des jours ou des mois, voire des années. Tous les matériaux de construction doivent donner une information sur leurs émissions de **COV et aldéhydes**. Sur le plan européen, une norme énonce la méthodologie de mesure des émissions de COV des produits et un référentiel propose des valeurs limites. En France, les produits sont classés par le CSTB selon l'importance des émissions de COV : produit C, faiblement émissif, C- produit émissif, **C+** , **produit à très faible émission**. La même classification a été proposée pour la résistance des produits aux micro-organismes dont la prolifération est favorisée par la chaleur et la présence de "nourriture" organique (poussières, aliments, cellulose du bois, papier, carton, plaques de plâtre, joints en silicone, textiles, peintures et isolants).Un produit classé F ou B est inerte face aux moisissures et aux bactéries. (F-, B- correspond à un produit vulnérable et **F+**, **B+ à un produit fongistatique**, **bactériostatique**). Ensuite, selon la nature des produits de construction, d'autres paramètres complètent l'évaluation sanitaire : **les émissions radioactives**, **les émissions de fibres et de particules**. Seuls les matériaux issus de l'écorce terrestre sont concernés par la mesure des émissions radioactives. Actuellement, la radioactivité des matériaux utilisés pose rarement de problème. Seule l'intégration de certains déchets industriels minéraux dans les produits de construction peut augmenter la radioactivité des produits issus du recyclage. Les matériaux fibreux peuvent libérer des fibres en particulier lors de leur mise en œuvre. La taille des fibres, leur biopersistance, les liants et les additifs sont les paramètres importants pour connaître leur impact sanitaire. Les faux plafonds à base de fibres, par exemple, peuvent être sources de fibres en fonction de leur dégradation.

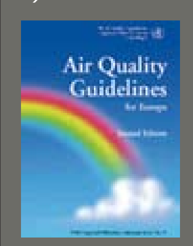
CERTIFICATIONS +

- **Natureplus** est un label pour les matériaux, produits de construction et articles d'ameublement haut de gamme qui certifie l'innocuité pour la santé des produits, leur fonctionnalité et leur mode de production écophile. Le label Natureplus ne peut être délivré qu'à des produits composés à 85% de matières premières renouvelables et/ou d'origine minérale.

  Tous les fournisseurs de produits labellisés « Natureplus ».
  → www.natureplus.org
- NF Environnement qui distingue les produits dont l'impact sur l'environnement est réduit.
  → www.marque-nf.com
- Base de données publique de référence INIES : Informations sur l'Impact Environnemental et Sanitaire. Elles sont consultables gratuitement sur Internet, par les professionnels et les particuliers.
  → www.inies.fr

OUTILS À DISPOSITION +

- Guide à l'éclairage naturel, site produit par la cellule de recherche Architecture et Climat.
  → http://www-energie.arch.ucl.ac.be/eclairage/accueil.htm
- **L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)** a établi pour l'Europe des recommandations de valeurs guides pour plusieurs substances chimiques qui peuvent polluer l'air ambiant et des lignes directrices pour la lutte contre le bruit ambiant.
  → www.euro.who.int



- **Audits environnementaux et auto-questionnaire** disponibles auprès de l'Observatoire de la qualité de l'Air Intérieur.
  → www.air-interieur.org

RESSOURCES +

- Campagne de Greenpeace pour sensibiliser aux produits chimiques présents dans les produits du quotidien.
  → www.vigitox.org
- « Guide pour l'habitat sain » de Suzanne Déoux, éditions Medieco.
- « La pollution chimique dans les bâtiments : mieux la connaître, mieux la combattre », Etude du docteur Fabien Squinazi pour les laboratoires Viatris.
- MaisonSanté, site réalisé avec le soutien du département de l'action sociale et de la santé de la République et canton de Genève.
  → http://www.geneve.ch/maisonsante/
- « The Business of Health - The Health of Business », Publication conjointe du WBCSD et de l'IBLF (International Business Leaders Forum).
  → www.iblf.org

EXEMPLES DE BONNES PRATIQUES

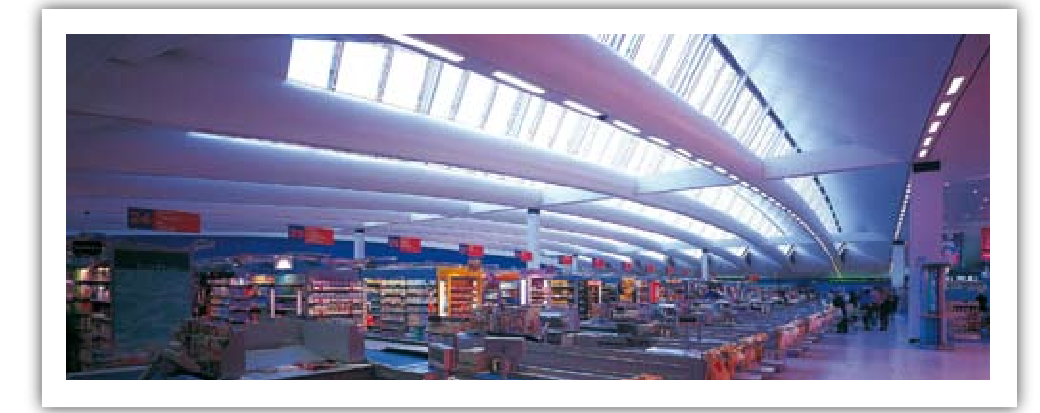
1 **Le magasin Stop & Shop** de Foxboro dans le Massachusetts a été rénové de manière à ce que 60 à 90% de ses besoins en éclairage, en fonction du moment de la journée, soient fournis par **la lumière naturelle**. La facture énergétique a été réduite de 38% et le panier moyen a augmenté.
www.stopandshop.com

2 D'après l'ouvrage « costs and benefits of high performance buildings », les écoles ayant recours de manière accrue à la **lumière naturelle** voient le résultat de leurs élèves s'améliorer.

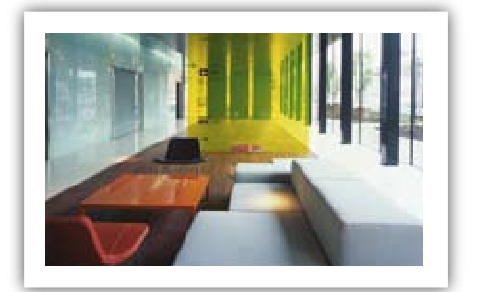
3 **L'installation de sondes CO_2** dans les salles de réunion de la Tour Granite (Société Générale) à la Défense permet, en mesurant la concentration en CO_2, de déterminer s'il y a ou non des personnes présentes dans les salles, et d'adapter ainsi la ventilation aux besoins réels.

4 Une grande campagne de lutte contre le bruit au travail intitulé « **Etes-vous préoccupé par le coût financier et humain du bruit au travail ?** » a été organisée fin 2005 par l'Agence européenne pour la sécurité et la santé au travail dans une trentaine de pays. Les entreprises sont invitées à signer une **charte** et à s'engager concrètement.

5 **Usine de Bois Steelcase** : un système contrôle la qualité de l'air intérieur et les peintures, colles, vernis contiennent très peu de COVs.
www.steelcase.com



Supermarché Sainsbury (Greenwich, Grande Bretagne)



Bâtiment 270 (Aubervilliers, France)





CRÉDITS PHOTOS

FICHE 1 **Page 4** : Collège Guy Dolmaire Mirecourt : Christophe Bourgeois. ⦿ The 20 Terrace/The Solaire : Jeff Golberg/Esto.
⦿ Bedzed : Bill Dunster Architects. ⦿ Sainsbury : Chetwood associates Ltd.

FICHE 2 **Page 2** : Alterra institute : Behnisch architecture.
Page 3 : Philips Eco Center : The Green Institute.

FICHE 3 **Page 3** : Leslie Sho-Ming Sun field station : Rob Wellington Quigley.
Page 4 : Collège Guy Dolmaire Mirecourt : Christophe Bourgeois. ⦿ Mairie des Mureaux : atelier d'architecture Hester.
⦿ Centre de recherche Danone Vitapole : Architecture Studio.

FICHE 5 **Page 4** : Maison des Diocésaines : Luc Boegly/Atelier méandres.

FICHE 6 **Page 2** : Contact Theatre : Short & Associates. ⦿ Centre de recherche Rockwool : Peter Jorgensen, Jens Frederiksen, Henrik Nielsen/catch, JW luftfoto, a.o.
Page 3 : Collège Guy Dolmaire : Christophe Bourgeois.

FICHE 7 **Page 3** : The 20 Terrace/The Solaire : Jeff Goldberg/Esto.

FICHE 10 **Page 3** : Genzyme : Behnisch architecture.
Page 4 : Bâtiment 270 : Philippe Ruault. ⦿ Sainsbury : Chetwood Associates.

Ce document est imprimé avec des encres à base végétale, sur du papier sans bois, ECF, sans acide, recyclables et biodégradables.

UTOPIES ©

Stratégies et développement durable

53, rue deTurenne - 75003 Paris

tél. : 01 40 29 43 00 • fax : 01 40 29 43 05 • www.utopies.com

Ce rapport a été réalisé avec le soutien de :

ENTREPRISES MEMBRES

























PARTENAIRES

AS.ARCHITECTURE-STUDIO



Janvier 2007